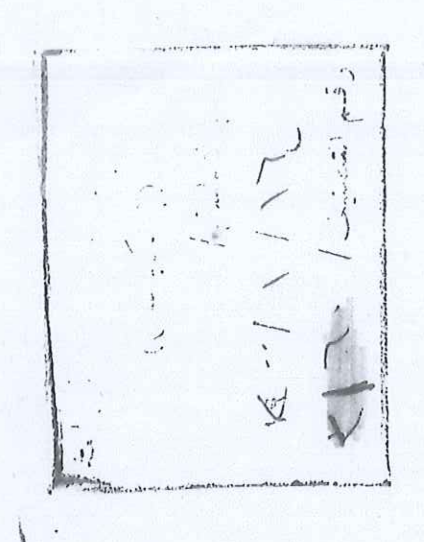
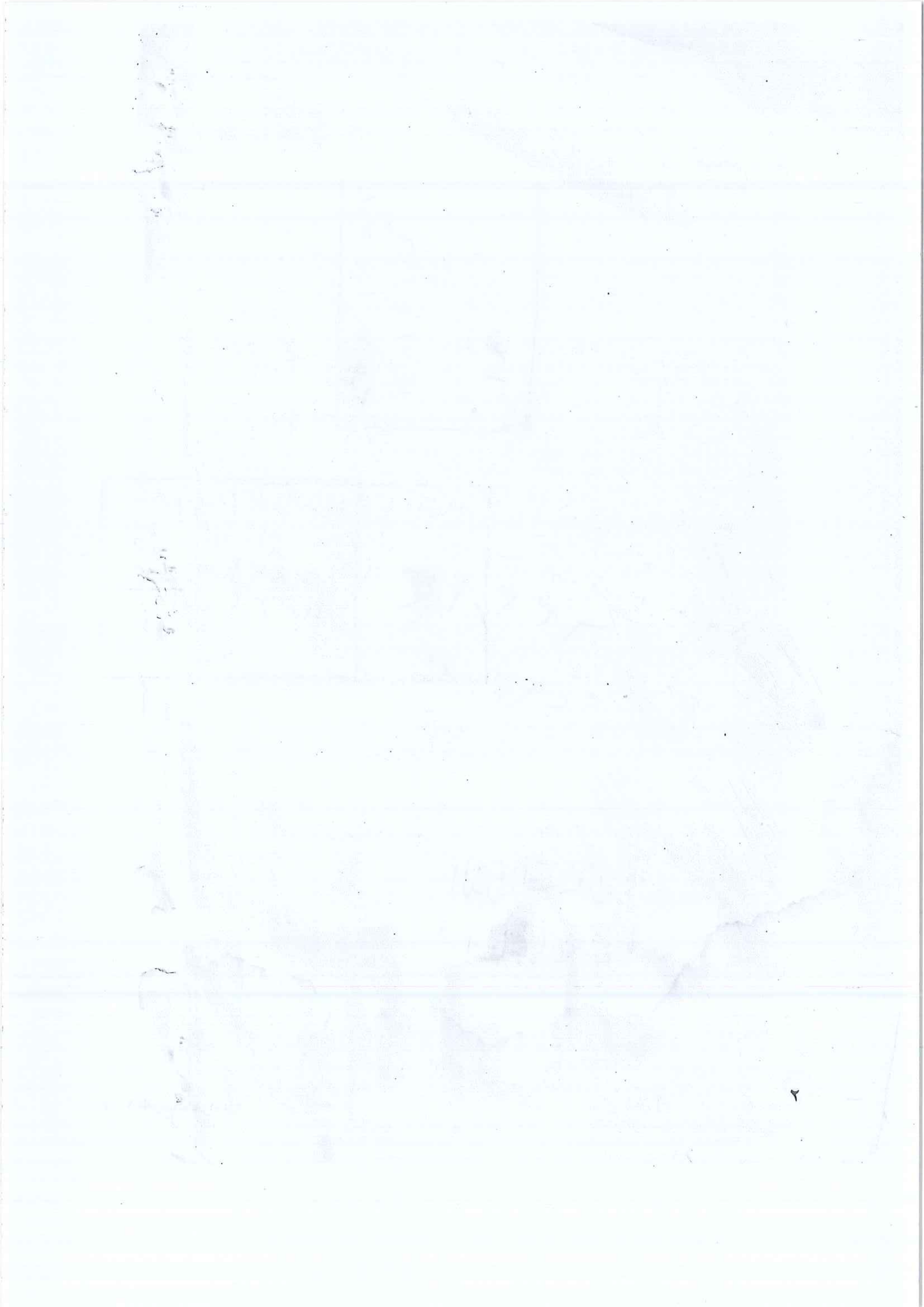


الذرة الصفراء
إنتاجها وتحسينها



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

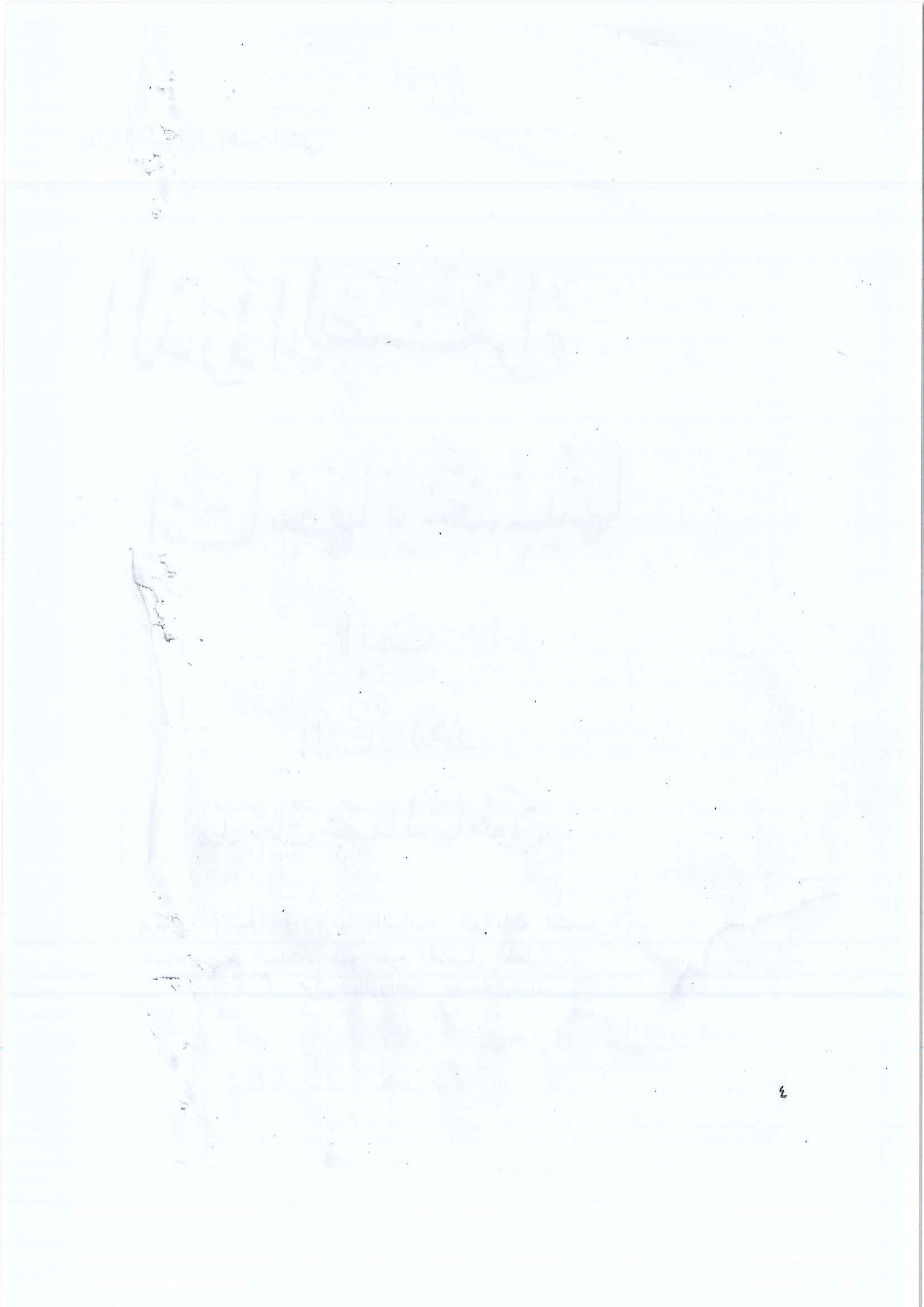
الذرة الصفراء

انتاجها وتحسينها

تأليف

الأستاذ الدكتور
مدحت مجيد الساهوكي

دكتوراه فلسفة في تربية النبات/ الولايات المتحدة
استاذ تربية النبات/ قسم علوم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة/ جامعة بغداد



محتويات الكتاب

الفصل الخامس عشر : التوريث ٣٢٥

الفصل السادس عشر : قياس التغايرات للصفات ٣٤٥

الفصل السابع عشر : وحدات ومقاييس ومعلومات متنوعة ٣٥٨

المقدمة

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على رسوله افضل خلق الله . الحمد لله الذي علم بالقلم فعلم الانسان ما لم يعلم قبلها نادى من عليائه من السماء الى الارض : اقرأ باسم ربك الذي خلق .

لقد اشارت الكتب المقدسة الى طرد آدم من الجنة بعد عصيانه امر الله تعالى ، ومنذ ذلك الزمن ترتب على الانسان ان يعمل ويعرق والا فلن يحصل على رغيف الخبز للحفاظ على حياته . هناك مثل يقول : لو اعطيت انساناً سمكة فلربما تكفيه لئلا يجوع طيلة ذلك اليوم ، لكنك لوعلمته كيف يصطاد السمك فان ذلك سوف يكفيه طيلة حياته لئلا يجوع . ونحن ابناء هذه الامة علينا ان نتعلم كيف (نصطاد السمك) وبكل انواعه لنصنع اللقمة سائغة لشعبنا حتى لانقع لقمة سائغة للاجنبي ، وتاتي اللقمة من الارض والعمل وراس المال والعلم والادارة ، تجتمع لتنتج امة متحضرة صانعة حياتها نحو المجد ، مع جوانب الحياة المتطورة الاخرى . لقد عرف اجدادنا ذلك وطبقوه بدقة فكانت رايتهم ترفرف خفاقة عالية في اقطار الارض تشع على الانسانية بالشجاعة والكرم والحرية والصدق والعلم والعمل والخلق القويم ، حتى وصفها الخالق بخير امة اخرجت للناس ، وما ان اسقطوا مبادى تلك الراية من نفوسهم حتى سقطوا .

عرفت الزراعة في وادي الرافدين منذ مايقارب تسعة الاف سنة ، وعرفت كذلك في وادي النيل والصين واميركا الجنوبية (مثل المكسيك) في ازمنة اخرى قديمة متباينة . لقد سادت بعض انواع النباتات في مناطق دون اخرى من العالم ، فقد كانت تزرع الحنطة والشعير ذو الصنفين في شمال العراق منذ حوالي التاريخ المذكور في اعلاه كما اثبتت ذلك تحريات تل جارمو في شمال العراق كما اشار اليها Braidwood و Howe ١٩٦٠ ، وعرفت زراعة الرز في تايلند وفول الصويا في الصين منذ مايقارب عشرة آلاف سنة ، كما عرفت زراعة الذرة الصفراء في المكسيك والمناطق المجاورة منذ الاف السنين والتي سنوضحها بشيء من التفصيل في هذا الكتاب . كما ان الكلس والسماد الحيواني والسماد الاخضر عرفت فوائدها للتربة والنبات المزروع منذ حوالي الفي سنة ، واستخدمت القوة الحصانية في عزق الارض في انكلترا في القرن السابع عشر والتي يعود فيها الفضل الى البابليين الذين اخترعوا العجلة والتي تعد اعظم اختراع صنعه الانسان عبر التاريخ ، وعرفت الزراعة والحصاد اليدوي للمحاصيل في وادي النيل منذ مايقارب ثمانية الاف سنة ، غير ان استخدام المواد الكيمياوية لمقاومة الادغال والاوبئة الاخرى في

الزراعة لم يعرف حتى مطلع القرن العشرين وربما يعود ذلك الى تاخر استخدام الكيمياء الزراعية في المجال التطبيقي حتى نشر Humphry Davy كتابه الموسوم (اساسيات الكيمياء الزراعية) عام ١٩١٣ ، وربما تكون اول تجربة معروفة عن التسميد هي التي طبقت في محطة Rothamsted في انكلترا عام ١٨٤٣ غير انه اليوم تقدر الزيادة في استهلاك الاسمدة في العالم من الخمسينات حتى الثامنينات بما يقارب ٦٥٠٪ للنايتروجين و ٢٥٠٪ للفسفور و ٣٠٠٪ للبوتاسيوم ، على ان كميات الاسمدة المستخدمة سنويا في اخر الفترة كانت بحدود ٣٥ مليون طن من النايتروجين و ٢٥ مليون طن من خامس اوكسيد الفسفور و ٢٠ مليون طن من اوكسيد البوتاسيوم . هذا وان عنصرا هاما لم يدخل في الزراعة الا منذ زمن قريب ، ذلك هو المكننة الزراعية التي تستند الى علم الفيزياء ، كما ان دور علم تربية النبات لم يلعب دوره في تحسين نوعية الحاصل وكميته في الذرة الصفراء وبشكل ملموس الا منذ عام ١٨٤٦ حيث طبق (Reid) في الولايات المتحدة تجربته على الانتخاب الكمي لهذا المحصول فكانت الانطلاقة الاولى في هذا الجانب .

تقدر زيادة السكان في العالم بمعدل ١٢٥ نسمة في الدقيقة اي مايعادل ٦٥ مليون نسمة سنويا يحتاجون الى طعام اضافي لهم وتقدر منظمة الغذاء والزراعة الدولية ان سكان العالم اليوم هو بحدود ٥ بليون نسمة يحتمل ان يكون بين ٦,٥ ـ ٧ بليون نسمة في مطلع عام ٢٠٠٠ ، فاذا علمنا ان معدل مايحتاجه الفرد الواحد من الغذاء سنويا يبلغ اكثر من اثني عشر ضعفا لوزنه وعلمنا ان معدل وزن الانسان في العالم هو ٥٤ كغم عرفنا كم من الغذاء يجب ان يوفر سنويا للبشرية اخذين بنظر الاعتبار نسبة فقد تقدر حوالي ٢٥٪ من الغذاء المنتج نتيجة سوء الجمع والخزن والنقل والاستهلاك والوقاية .. الخ اضافة الى سوء توزيع الغذاء المنتج في العالم .

عرفت الآف من انواع النباتات على سطح هذا الكوكب ، ومنها بضع مئات يزرعها الانسان ، ومن هذه بضع عشرات فقط هي رئيسية تنتج كميات كبيرة من الحاصل . ان من بين المحاصيل الحقلية المسماة بالرئيسية هي الحنطة والرز والذرة الصفراء وفول الصويا . تغطي المحاصيل الحقلية حوالي ٩٥٪ من المساحة العالمية المزروعة مما يشير الى اهمية هذه المجموعة من النباتات في حياة الانسان وصنع حضارته وتطوره ، حيث كانت الحضارة وترعرعت دوما مع تطور الزراعة عبر عصور التاريخ ، واذا علمنا ان حوالي ٨٠٪ من السعرات الحرارية (او اكثر) التي يأخذها الانسان على المستوى العالمي مصدرها من المحاصيل الحقلية وبالذات

الحبوبيات اتضحت لنا اكثر اهمية هذه المحاصيل التي من بينها محصول الذرة الصفراء .

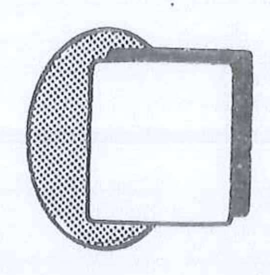
ازداد الاهتمام بزراعة الذرة الصفراء في العراق في السنوات الاخيرة بصورة واضحة من قبل المزارع العراقي ، وذلك يعود الى تعلمه فن زراعة هذا المحصول الذي ساهمت فيه الجهات الزراعية المعنية من كليات الزراعة ووزارة الزراعة المنتشرة دوائرها على ارجاء القطر وبما يضمن توفير البذور المحسنة وايضاح اهمية عوامل خدمة التربة والمحصول واستخدام الاسمدة وطرق الجني والخزن التي تضمن انتاجا عاليا ونوعية جيدة ، كما اولت اجهزة الدولة هذه اهتماماً كبيراً في توفير القروض والاسمدة اللازمة والمعدات لخدمة زراعة هذا المحصول ، وتحتل الذرة الصفراء اهمية كبيرة في العالم والوطن العربي والعراق ، فتبلغ المساحة العالمية المزروعة بهذا المحصول مايقارب ١٣٢ مليون هكتار تنتج حاصلا قدره ٤٥٥ مليون طن سنوياً . تتميز نباتات الذرة الصفراء بقدرتها العالية على الانتاج (رباعية الكاربون) بالمقارنة مع كافة المحاصيل الحقلية البذرية ، فهي الاولى على الاطلاق في انتاج حاصل الحبوب في وحدة المساحة ، وتتميز حبوبها باحتوائها على قدر عال من pro-vit. A وبما يعادل ماتحويه حبوب الحنطة عشرين ضعفا او يزيد ، وهذا الفيتامين اساسي جداً لانتاج عليقة الماشية والدواجن وبدونه لا يمكن لاية صناعة زراعية من هذا النوع ان تتطور حيث توازن اهميته اهمية بذور فول الصويا في توفير الاحماض الامينية الاساسية لنمو الحيوان .

ان تطور زراعة اي محصول ترتكز بالدرجة الاساس على نتائج الابحاث العلمية التي تطبق في تلك المنطقة على ذلك المحصول مع الاخذ بالاسس العامة المعروفة في دول العالم الاخرى في هذا المجال . لقد دفعنا الى اعداد هذا الكتاب نتائج دراساتنا وابحاثنا على هذا المحصول لفترة تزيد على خمسة عشر عاما ونتائج دراسات اخرين داخل وخارج القطر والتي نعتقد انها ذات اهمية وفائدة كبيرة لزملائنا الباحثين وطلبة الدراسات العليا اضافة الى كونها مفيدة واساسية في مجال التدريس سيما وانها احتوت على عمليات خدمة التربة والمحصول وعلى طرق تربية وتحسين النبات التي عرضت بشكل خاص في هذا الكتاب لتناسب الاساليب المتطورة في هذا العلم ، كما احتوى الكتاب على فصول اخرى ذات اهمية بكلا عوامل خدمة التربة والمحصول والتربية اضافة الى وراثة ومنشأ النبات ووصف دقيق لمراحل تطوره ، مع ملاحق هامة تتعلق بالمقاييس والوحدات ومعلومات متنوعة .
نرجو ان تكون قد وفقنا في عرض ماأردنا عرضه بدقة ووضوح نفعا للقارىء

الكريم ولوطننا وامتنا والانسانية جمعاء . نسأله تعالى ان يوفقنا لكل مايحبه ويرضاه وان يدرء عنا شر الاعداء ويرد كيدهم في نحورهم وتعود هذه الامة لتبقى خير امة اخرجت للناس ، والله الموفق وهو ابدا نعم المولى ونعم النصير ...

المؤلف

الباب الأول



الفصل الاول

وصف نبات الذرة الصفراء

الوصف المظهري للذرة الصفراء من البذرة الى البذرة

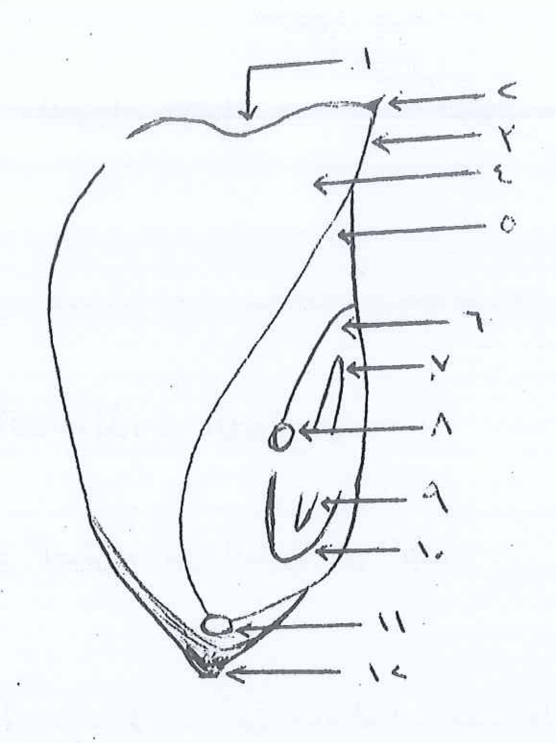
سوف نتطرق في هذا الجانب الى وصف كل جزء من حياة النبات حسب تطور مراحل نموه ابتداء من البذرة الناضجة وانتهاء بتكوين البذرة الناضجة للجيل اللاحق .

البذرة :

تزن حبة الذرة الصفراء بصورة عامة حوالي ٠,٢ — ٠,٣ غم ويختلف ذلك باختلاف عوامل النمو والتركيب الوراثي للنبات الام كونه سلالة او هجينا زوجياً او ثلاثياً او رباعي الآباء او غير ذلك أو صنفاً مفتوح التلقيح او مركباً أو تركيبياً. تتكون الحبة من ثلاثة اجزاء رئيسية (شكل ١ — ١) هي : —

١ — الغلاف Pericarp (Seedcoat) .
٢ — السويداء Endosperrm .
٣ — الجنين Embryo .

ان كل جزء من الاجزاء الثلاثة يختلف بتركيبه الوراثي عن الجزء الاخر ، فمثلاً يحمل الغلاف نفس تركيب النبات الام المنحدر منها (2n) بينما تحمل السويداء ثلثي التركيب الوراثي من النبات الام وثلث من النبات الام وثلث من النبات الاب (3n) اما الجنين فأنه يحمل نصف تركيبه من كل من نباتي الام والاب (2n) .

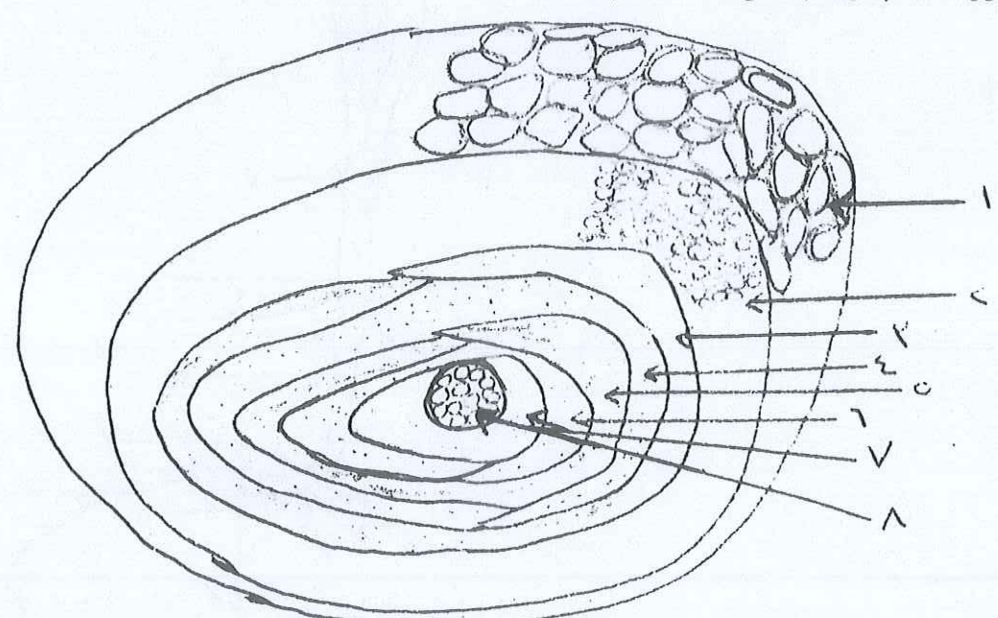


شكل ١ ــ ١ اجزاء حبة الذرة الصفراء

١ ــ النفزة dent موقع اتصال الحريرة
٣ ــ طبقة الاليرون ٤ ــ السويداء endosperm
٥ ــ الفلقة scutellum ٦ ــ الحرشفة coleoptile .
٧ ــ الرويشة plumule . ٨ ــ برغم الجذر root bud .
٩ ــ الجذر الاول primary root . ١٠ ــ قلنسوة الجذر root cap .
١١ ــ السرة hilum. ١٢ ــ قلنسوة الحبة tip cap .

ان الجزء الذي يعطي النبات اللاحق بعد الانبات والنمو هو الجنين .
أن التراكيب الوراثية المختلفة لاجزاء الذرة ليس لها اهمية من حيث الانتاج التجاري للنوع الواحد من الذرة الصفراء ، الا انها مهمة عندما تنتج الانواع الاخرى من الذرة الصفراء مجاورة لبعضها مثل الذرة الحلوة (Sweet corn) او الشامية (Popcorn) او الشمعية (Waxy corn) حيث ان حبة كل نوع من هذه الانواع الثلاثة لها مواصفاها التجارية النوعية المطلوبة والتي تتأثر وتتغير بحبة اللقاح المغايرة لها حيث ان هذه الانواع مع نوع الذرة الصفراء العلفية سواء كانت المنغوزة (Dent corn) . او الصيوانية (Flint corn) كلها قابلة للتزاوج مع بعضها بصورة اعتيادية ، لذا يجب الحذر من وجود نوع الذرة غير المرغوب مجاوراً للنوع المطلوب انتاجه ولمسافة كافية تمنع اختلاط التلقيح .

ان كل جزء من اجزاء الحبة يلعب دوراً خاصاً فيها ، فغلاف الحبة يحميها قبل وبعد الانبات من دخول الفطريات والبكتريا الى داخلها وعليه اذا تمزق غلاف البذرة فقد يتاخر الانبات او لا يحصل بسبب اختراق الفطريات او البكتريا لاجزاء البذرة واستهلاك الغذاء المخزون فيها ، وبذا فان سلامة غلاف البذرة هو احد العوامل الرئيسية لحصول انبات وبزوغ جيد وبالتالي نبات كامل سليم النمو. اما السويداء فهي الجزء الرئيسي لخزن الطاقة حيث يكون هذا الجزء حوالي ٨٠٪ من وزن الحبة ويتكون من ٩٠٪ من النشاء و ٧٪ بروتين مع نسب اخرى ضئيلة من الزيت والعناصر والمكونات الاخرى ان الوظيفة الرئيسية للسويداء هي تزويد النبات النامي بالطاقة حتى تنمو جذوره وتتثبت في التربة وتظهر اوراقه لتصبح قادرة على تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية (الكاربوهيدرات) . ان حبات النشاء تنغرز موزعة داخل الشبكة البروتينية للسويداء . اما بالنسبة للجنين فانه يتكون من جزئين هما محور الجنين (axis embryo) والفلقة (Scutellum) التي هي عبارة عن مخزن غني بالطاقة للبادرة النامية . يتكون محور الجنين من الرويشة (plummule) المتكونة من ٥ ـ ٦ وريقات جنينية والجذير radicle وهذه الاجزاء موجودة بصورة مصغرة منذ زراعة البذرة (شكل ١ ـ ٢) .



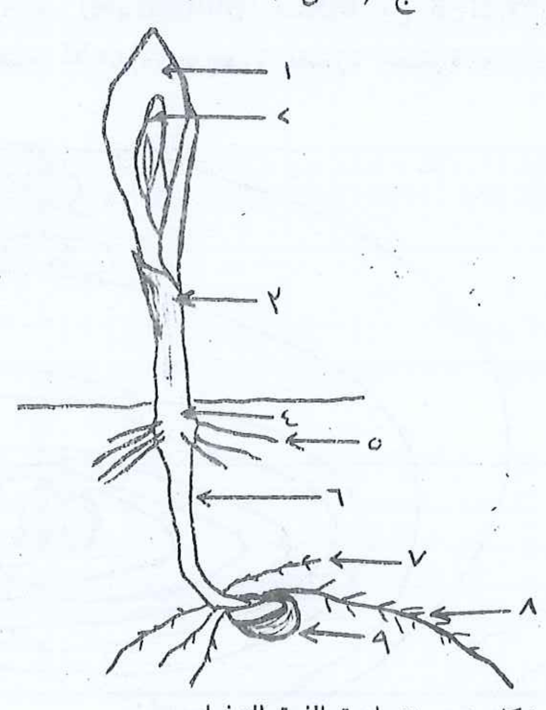
شكل ١ ـ ٢ مقطع عرضي خلال الرويشة من حبة الذرة الصفراء تظهر فيها الأوراق الجنينية الخمس الموجودة في الحبة (بدون انباتها) .

١ . الفلقة scutellum — ٢ . الحرشفة coleoptile .
٣ . الورقة الاولى 1st. leaf — ٤ . الورقة الثانية 2nd leaf .
٥ . الورقة الثالثة — ٦ . الورقة الرابعة .
٧ . الورقة الخامسة — ٨ . القمة النامية (growing point) .

اما الفلقة scutellum فهي غنية بالزيت (٣٥ ـ ٤٠٪) وهي مهمة ونشطة في المراحل الاولى للانبات والنمو .

الانبات وتثبيت البادرة : ـ

تمتص البذرة الماء من الوسط المحيط بها فتتشرب به ويزداد حجمها حيث تداء بعض التغييرات الكيمياوية داخل البذرة مما ينشط ذلك نمو محور الجنين حيث يظهر الجذير من خلال غلاف البذرة خلال يومين او ثلاثة واحياناً اقل من ذلك اذا كانت ظروف الانبات مثالية ، بعد بعد ذلك تبدأ الرويشة (plumule) بالاستطالة وتتكون اوراق اخرى بداخلها التي تقع كلها داخل الجزء المدبب الذي يظهر فوق سطح التربة اولاً وهو الحرشفة (coleoptile) التي تحفظ مابداخلها من اوراق غضة وتسهل خروجها فوق سطح التربة ، كما تظهر بعد ذلك الجذور الجنينية (seminal roots) التي تختلف في العدد والتي تقوم بدور الامتصاص وتثبيت البادرة النامية ، وهذه الجذور لاتكون المجموع الدائم للنبات انما يكون المجموع الجذر الدائم من منطقة التاج (شكل ١ ـ ٣) .



شكل ١ ـ ٣ بادرة الذرة الصفراء

١ ـ الرويشة **plumule** ٢ ـ الاوراق الاولية
٣ ـ الحرشفة **coleoptile** ٤ ـ التاج **crown**
٥ ـ الجذور التاجية (الدائمية) **crown roots**
٦ ـ السلامية الوسطى **mesocotyl**
٧ ـ الجذور الاولية **seminal roots**
٨ ـ الجذير **radicle** ٩ ـ البذرة

ان الجذر الذي يخرج من البذرة يتصل به من الاعلى جزء انبوبي هو السلامية الوسطى التي تطول وتقصر حسب عمق الزراعة وتتصل السلامية الوسطى من الاعلى بمنطقة التاج التي تنشأ منها الجذور التاجية الدائمية . ان استطالة السلامية الوسطى (التي تمثل السلامية الاولى) امر هام بالنسبة للبزوغ ، فمثلا في حالة الزراعة الاعتيادية بعمق ٨ ــ ١٠ سم يكون طول السلامية الوسطى بحدود ٤ ــ ٥ سم بينما استطالة الحرشفة هي التي تدفع معها الاوراق الاولى الى فوق سطح التربة . ان معظم اصناف الذرة الصفراء المنفوزة (dent) تستطيل سلامياتها الوسطى بحدود ١٠ ــ ١٥ سم حسب اعماق الزراعة وقد تصل احيانا الى ٢٠ ــ ٣٠ سم ولكن هذه حالات نادرة نسبيا ، حيث وجد ان بعض الهجن لو زرعت بذورها بعمق ٤٠ سم كانت لها القابلية على البزوغ بمعدل ٨٠٪ ويختلف هذا باختلاف نوع التربة فيما اذا كانت رملية او خفيفة او ثقيلة وكذلك القابلية الوراثية للصنف المزروع على استطالة السلامية الوسطى وكذلك الحرشفة . اما في حالة الاعماق الكبيرة للزراعة سيما في الظروف غير المناسبة للبزوغ يحصل انبات داخل التربة وتلتف الاجزاء النامية بشكل حلزوني حيث تفقد الحرشفة قابليتها على الاندفاع الى الاعلى باتجاه سطح التربة وبالاخص اذا تشققت داخل التربة لسبب او لآخر قبل اتمامها اجتياز تلك المسافة . ان نهاية الحرشفة تكون مدببة وصلبة لها القابلية على اختراق التربة في الظروف الاعتيادية وهي تظهر عادة فوق سطح التربة بعد زراعة البذرة بمعدل ٧ و ٥ ايام في ظروف العراق مثلا بالنسبة للعروتين الربيعية والخريفية ، على التوالي وقد تزيد على ذلك قليلا اذا كانت درجة الحرارة منخفضة نسبيا او ان الزراعة اعمق من الحالة الاعتيادية ، وربما تظهر الحرشفة فوق سطح التربة تنتفخ وتخرج منها الاوراق التي تنمو بمعدل ورقة واحدة لكل ثلاثة ايام ، وبعد البزوغ بحوالي اسبوع تكون البادرة بورقتين ممتدتين وذات جذر اولي يقوم بالامتصاص وتقل حاجة البادرة الى استغلال المواد المخزونة في سويداء البذرة حيث تكون البادرة قد تثبتت في التربة واصبحت قادرة على الامتصاص وتصنيع الغذاء . ان عمليات الانبات والبزوغ والتثبت من العمليات الهامة في حياة النبات فاذا كانت درجة الحرارة واطئة والتربة جافة او رطبة اكثر مما تتحمل البادرة فان البادرة يبطيء نموها وتموت قبل التثبت . ان حاجة البادرة الى العناصر الغذائية في هذه المرحلة ليست مهمة ولكنها تزداد اهمية عندما يكتمل الجذر ويكون دور العناصر الرئيسية مهما جداً سيما عنصر الفسفور . ان منطقة التاج تتاثر هي الاخرى بعمق الزراعة ولكنها ليست مثل تاثر السلامية الوسطى حيث تكون منطقة التاج دائما قريبة من سطح التربة على الرغم من اختلاف عمق الزراعة وباعماق تتناسب معها ولكن ليست بدرجة كبيرة ، فمثلاً وجد ان البذرة المزروعة بعمق ٥ سم تكون منطقة التاج تحت سطح التربة

بحوالي ٢ سم بينما عندما زرعت الذرة بعمق ١٠ سم كانت منطقة التاج تحت سطح التربة بعمق حوالي ٣,٣ سم اي بفرق مقداره حوالي ١,٣ سم لكل ٥ سم عمق في الزراعة اي بمعنى اخر ان زيادة زراعة البذرة بمقدار ٤ سم يمكن ان تؤدي الى زيادة عمق منطقة التاج بمقدار ١ سم وهذه الحالة (اي زيادة عمق منطقة التاج) تفيد النبات في استغلال الماء الموجود تحت سطح التربة فلا تظهر على النبات اعراض الجفاف بنفس السرعة التي تظهر على النباتات المزروعة بشكل سطحي ، كما ان عمق الجذير في مراحله الاولى له دور كبير في هذا المجال وقد وجد من احدى الدراسات المستخدمة فيها عدة هجن من الذرة الصفراء وعدة اعماق زراعة تراوحت من ٥ – ٣٠ سم ان اوزان الجذور (غم/ نبات) كانت ٢٧,٠ و ٣٢,٥ و ٣٦,٨ و ٢٩,٥ للنباتات المزروعة على عمق٥ و١٠ و ٢٠و٣٠ سم على التوالي، علما ان الهجن المستخدمة تراوح معدل وزن جذورها بين ٢٣,٠ الى ٤٦,٩ غم/ نبات (Elsahookie و Wassom ١٩٨٤) . ان هذا الاختلاف الواضح في اوزان الجذور حسب اعماق الزراعة له دور كبير دون شك بحالة الامتصاص وكمية الماء التي سيحصل عليها النبات من التربة كلما ازداد وزن الجذر حيث تزداد عادة معه المساحة السطحية للشعيرات الجذرية التي تقوم بالامتصاص بصورة رئيسية .

الوصف المظهري والتشريحي للذرة الصفراء

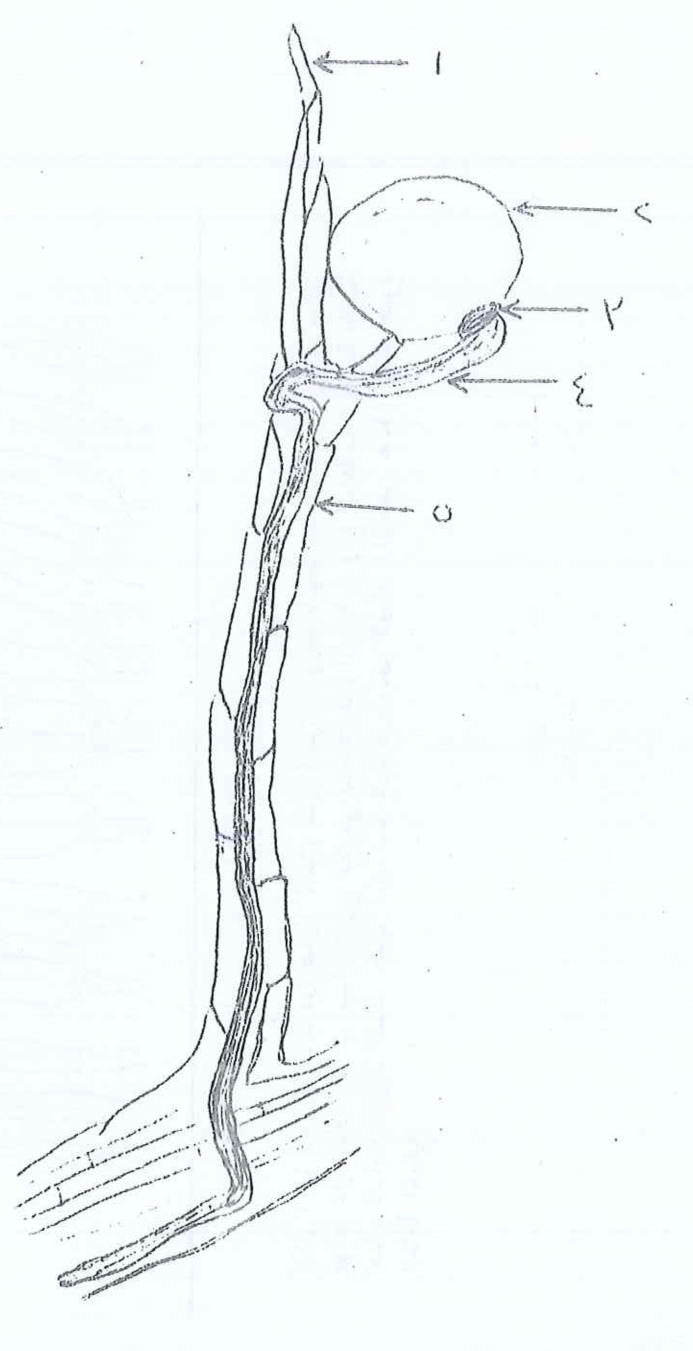
ان الدراسات التشريحية والمظهرية لنبات الذرة الصفراء تساعد في حل العديد من جوانب تربية وتحسين هذا المحصول . لقد درس العديد من الصفات المظهرية والتشريحية لهذا النبات منذ بداية القرن التاسع عشر . يمكن تقسيم مراحل تطور النبات باربعة مراحل هي : النمو الخضري والاستطالة والتزهير وتكوين البذور . يتكون العرنوص (الحريرة) والنورة الذكرية في المرحلة التكاثرية. (التزهير) وترتبط كمية البذور للنبات بعدد صفوف الحبوب للعرنوص وعدد الحبوب في الصف الواحد . يتحدد عدد الصفوف في العرنوص منذ بداية تكوين العرنوص ولكن عدد الحبوب للصف يتغير بتغير بيئة وعوامل النمو . ان تكوين الاعضاء التكاثرية (الزهرية) لاتمنعها الكثافة النباتية العالية كما ان طول العرنوص وتكوين المبيض واستطالة الحريرة يمكن ان تستمر تحت الظروف القاسية ولا تتوقف الا بعد عشرة اسابيع تقريباً من موعد الزرعةحيث تظهر حالة التعرى (barenness) في النباتات (خلوها من العرنوص) في الظروف القاسية نتيجة فشل

الحريرة في الظهور خلال فترة اطلاق حبوب اللقاح . ان عدد الايام من الزراعة حتى مرحلة معينة من حياة النبات تختلف بدرجة واضحة من تركيب وراثي لاخر، فمثلا تكون الهجن بصورة عامة ابكر من مثيلاتها من السلالات النقية ، وتنتج الهجن حبوبا اكثر في العرنوص من السلالات على الاقل بسبب زيادة عدد الحبوب للصف . ان الفروقات في تطور الاعضاء النباتية ترتبط دون شك بعوامل خدمة المحصول مثل موعد الزراعة وموسم النمو ودرجة الحرارة ورطوبة التربة . ان ارتفاع النبات يكتمل عادة بعد وصول مرحلة التزهير الذكرى ويكون ذلك بحدود شهرين من الزراعة (حسب التركيب الوراثي وعوامل النمو) بينما يبدأ بعدها تجمع المادة الجافة في اغلفة العرنوص (Husks) والحبوب واجزاء النبات الاخرى ولا تتوقف حتى اكتمال نضج النبات وبذا فهي تبقى متأثرة بعوامل النمو المحيطة بالنبات . ان مراحل نمو النبات (المثالي) يمكن ان توضح كما في جدول (١ ــ ١) والتي صورها Hanway ، ١٩٧١ كما يلاحظ في شكل ١ ــ ٤ كيفية توزيع اوراق النبات بالمساحة توزيعا طبيعياً ، ويبين الشكل ١ ــ ٥ كيفية نمو حبة اللقاح على الحريرة وامتداد الانبوب اللقاحي حتى وصوله البويضة لاخصابها ويبين الشكل ١ ــ ٦ حجم وشكل العرانيص المتكونة في طور السبعة اسابيع اما الشكل ١ ــ ٧ فهو يوضح توزيع تجميع المادة الجافة على انسجة اعضاء النبات حسب مراحل نموه .

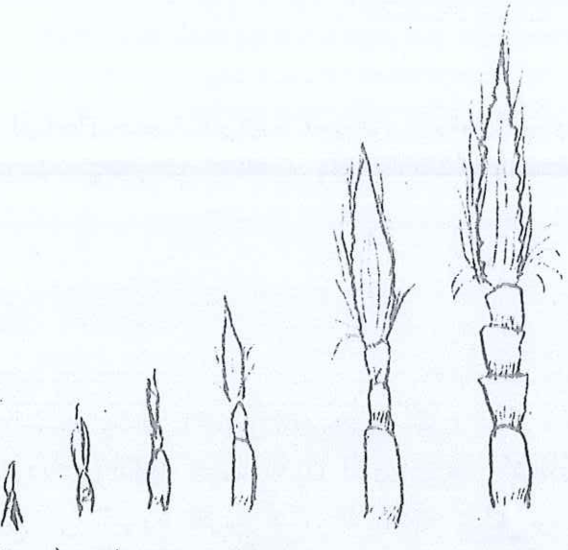
(جدول ١ ـ ١ مراحل النمو المثالي بعد اسابيع من البزوغ)

اسبوع بعد البزوغ	مرحلة النمو
اسبوع واحد	ورقتان متكاملتان (كاملتا الامتداد)
اسبوعان	اربعة اوراق متكاملة
ثلاثة اسابيع	ستة إوراق متكاملة والقمة النامية عند سطح التربة
اربعة اسابيع	ثمانية اوراق متكاملة مع ابتعاد القمة النامية بحوالي ٥ سم فوق سطح التربة وابتداء تكون النورة الذكرية
خمسة اسابيع	عشرة اوراق متكاملة مع زيادة نمو النورة الذكرية
ستة اسابيع	اثنتي عشرة ورقة متكاملة مع ابتداء تكون العرنوص
سبعة اسابيع	اربع عشرة ورقة متكاملة مع زيادة نمو العرانيص
ثمانية اسابيع	ست عشرة ورقة متكاملة مع ظهور النورة الذكرية (التزهير الذكري)
تسعة اسابيع	ظهور الحريرة (التزهير الانثوى) ـ ابتداء المرحلة الحرجة للنمو ـ
عشرة اسابيع	استمرار التلقيح والاخصاب وطور الفقاقيع (blisters)
احد عشر اسبوعا	الطور الحليبي (Milk stage)
اثنى عشر اسبوعا	الطور العجيني (Dough stage)
ثلاثة عشر اسبوعا	ابتداء ظهور النغرة (Dent stage)
اربعة عشر ـ خمسة عشر	النغزة في الحبوب والنضج الفسلجي
ستة عشر اسبوعا	هبوط الرطوبة الى اقل من ٣٠٪ والحصاد .

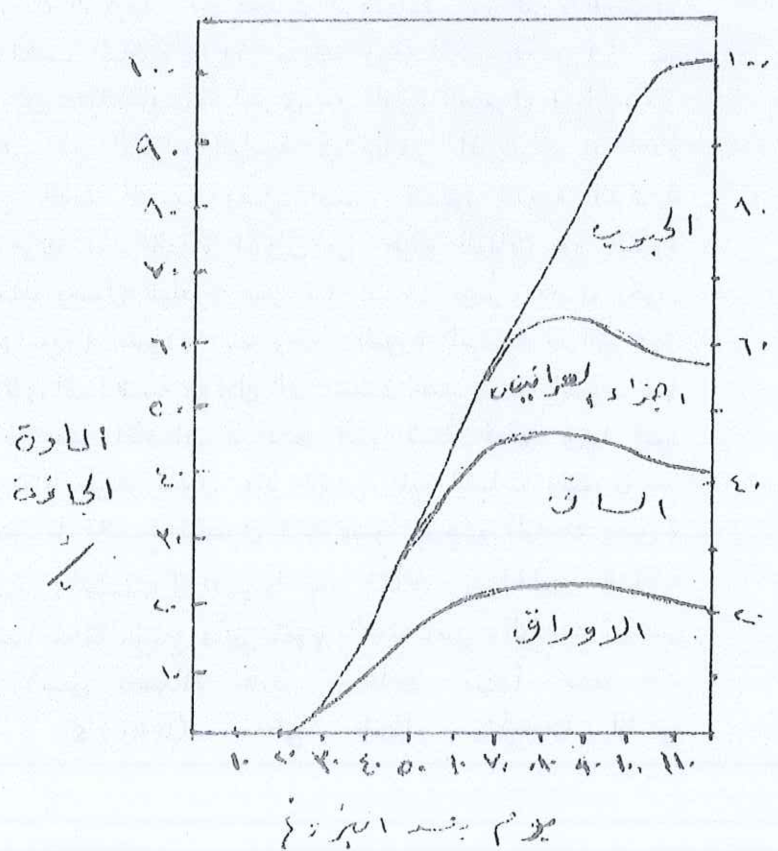
شكل ١ ـ ٤ اوراق نبات ذرة صفراء (اثنتى عشرة) موزعة توزيعا طبيعيا بعد ان قطعت ورتبت حسب موقعها على الساق . انه من مبدأ التوزيع الطبيعي لمساحات هذه الاوراق تم وضع المعادلات الرياضية الخاصة بحساب المساحة الورقية للنبات حسب اعلى قيمة لارتباط احدى الاوراق (الوسطى عادة) ببقية مجموع المساحة الورقية .



شكل ١ ـ ٥ مقطع طولي في حريرة النورة الانثوية للذرة الصفراء وعليها حبة اللقاح والانبوب اللقاحي .
١ . نهاية الحريرة ٢ . حبة اللقاح النامية
٣ . موقع النقير **pore** في حبة اللقاح ـ ٤ ـ الانبوب اللقاحي
٥ . خلايا الحريرة



شكل ١ ـ ٦ شكل وحجم العرانيص المتكونة على النبات في مراحلها الاولى (مرحلة سبعة اسابيع بعد البزوغ) الى اليمين العرنوص الاعلى ثم الذي يليه ، اذا كانت ظروف الانتاج جيدة جداً تتكون ٣ ـ ٤ عرانيص على بعض النباتات وفي المعدل العام يصل العدد ١,٥ عرنوص/ النبات اذا زرع بالكثافات التقليدية (٥٥ ـ ٧٥ الف نبات/ هـ).



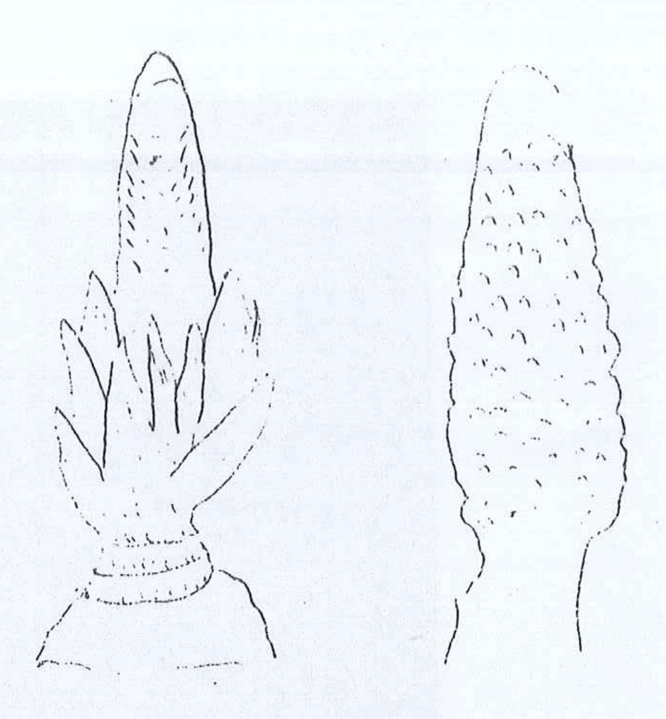
شكل ١ ـ ٧ توزيع المادة الجافة (نسبة مئوية) حسب انسجة اعضاء النبات المتراكمة خلال مراحل نموه. يلاحظ ان الحبوب تكون حوالي ٤٤٪ من مجموع المادة الجافة للنبات و ١٥٪ لاجزاء العرنوص و ٢٠٪ للاوراق و ٢١٪ للساق.

ملاحظة

هناك تباين واضح في هذه المراحل حسب التركيب الوراثي وعوامل النمو من وفرة ماء واسمدة وعمليات خدمة ، واهم من ذلك عروة الزراعة ، ربيعية او خريفية .

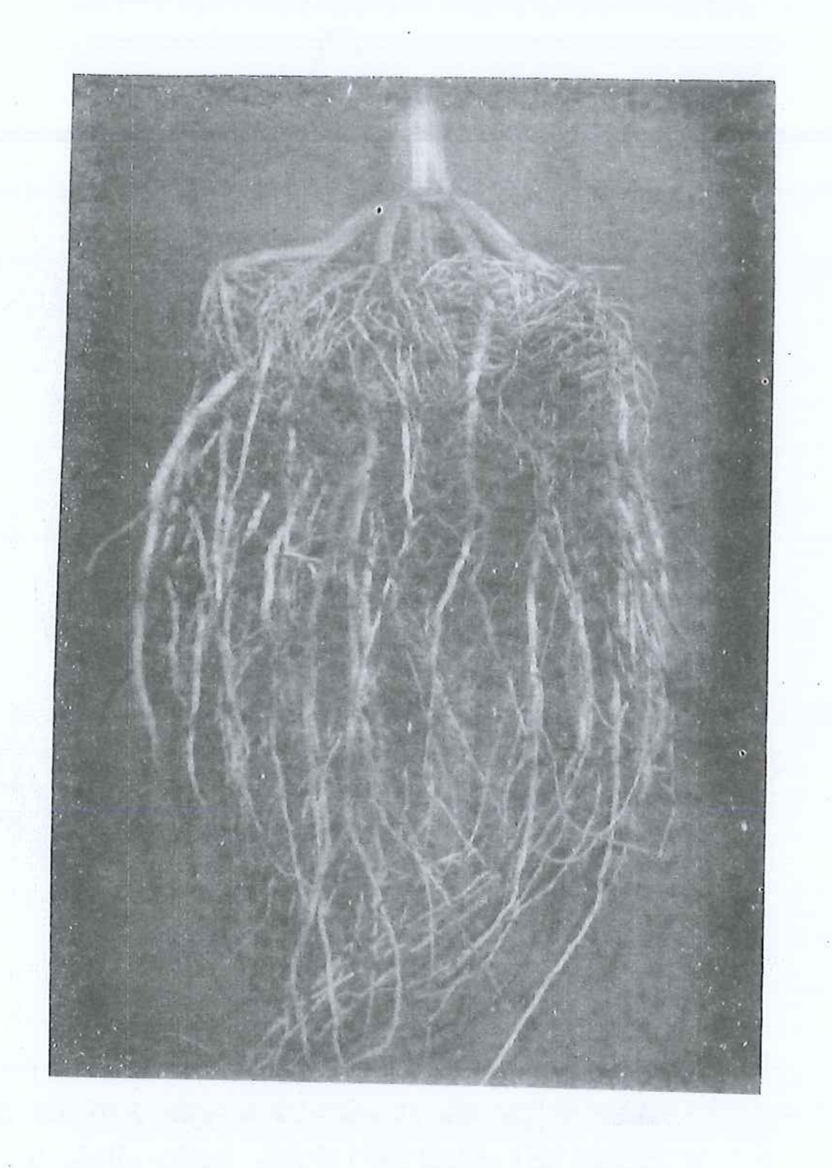
النمو وتشكل الاعضاء :

بعد اجتياز النبات لمرحلة التثبت يبداء المجموع الجذري الناشيء عند منطقة التاج بالنمو والانتشار افقيا وعموديا في التربة حيث تكون الاوراق قد اكتملت في العدد والنمو بعد ٦ ـ ٨ اسابيع من البزوغ تقريبا ان الاوراق تنشأ من قمة نمو واحدة (growing point) تكون عادة تحت سطح التربة او قربه خلال الفترة ٣ ـ ٤ اسابيع بعد الزراعة وعندما تنمو البادرة تستمر الاوراق الجديدة بالتكوين (ويقصد بها الاوراق التي تتكون اضافة الى الاوراق الخمسة الجنينية الموجودة في البذرة) ولغاية ظهور النورات الذكرية . ان النبات الاعتيادي من الذرة الصفراء يعطي معدل ١٢ ورقة للتراكيب المبكرة و ١٤ ـ ١٨ ورقة للمتوسطة و ١٩ ـ ٢٣ للمتأخرة النضج ، كما ان هناك اصنافاً اخرى من الذرة الصفراء تعطي اكثر من ٤٠ ورقة للنبات وهي من الانواع النامية في مناطق افريقيا . ان هذه الاوراق تتكون عادة من القمة النامية وقبل ابتداء تشكل النورة الذكرية والموجودة اساسا هي الاخرى منذ الفترة الاولى من حياة النبات مع النورة الانثوية بصورة مصغرة ومنذ وصول البادرة عمر ٣٠ ـ ٤٠ يوماً ، حيث يكون طول العرنوص (النورة الانثوية) بحدود ١ سم وطول النورة الذكرية حوالي ١,٥ ملم (شكل ١ ـ ٨) ان الاوراق الخمسة الاولى التي تتكون عند قاعدة النبات قلما تزداد مساحتها وتتسع مثل بقية الاوراق الاخرى التي تنشأ فوقها وبذا فهي تكون غير منظورة بشكل عام حيث تكون عند قاعدة ساق النبات وتتمزق مع زيادة قطر الساق وارتفاعه اما المجموع الجذري فانه ينمو في هذه المرحلة بصورة نشطة وتفقد الجذور الاولية (الجنينية) اهميتها بعد نشاط نمو الجذور الدائمية (الناضجة = الثانوية) عند منطقة التاج والتي تقوم بالامتصاص والتثبيت يستمر الجذر الرئيسي بالنمو الى الاسفل باعطائه عدة تفرعات وتنشأ منه عقد جذرية او لفات (whorls) تعطى النظام الجذري الليفي



شكل ١ ـ ٨ ـ الى اليمين العرنوص (البرعم) المتكون حديثا والى اليسار النورة الذكرية (البرعم) المتكونة حديثا على نبات الذرة الصفراء بعمر خمسة اسابيع بعد البزوغ وهما عادة تحت او قرب سطح التربة بحيث لو قطع النبات او حدث له ضرر ميكانيكي فانهما يبقيان دون ضرر وينمو النبات بصورة طبيعية لو توفرت له عوامل النمو .

التشعب للنبات (شكل ١ ـ ٩) وان العقد الجذرية التي تتكون تكون كلها فوق السلامية الوسطى والتي هي امتداد لعقد الساق نفسه ، وعندما يكون النبات بثمانية اوراق (٤٠ ـ ٥٠ سم) يكون النبات مازال في نشاطه لزيادة المجموع الجذري ولابد من اتمام عملية العزق اذا كانت ضرورية قبل هذه المرحلة حتى لا تتقطع جذور النبات لان جزءا منها مازال سطحيا حتى اذا نما النبات اكثر امتلأت المنطقة المحيطة بالساق و لعمق الحراث كلها بالمجموع الجذري وتكون كذلك الجذور الهوائية (brace roots) قد تكونت وامتدت الى التربة لتقوم بالتثبيت وكذلك الامتصاص (شكل ١ ـ ١٠) وكان يعتقد الى امد قريب ان هذه الجذور تقوم فقط بالتثبيت إلا انه اوضحت عدة دراسات ان هذه الجذور تقوم كذلك بامتصاص الماء والعناصر الذائبة فيه وبالاخص الفسفور ، وبذا نجد ان اجراء عملية التهريز بعد مرحلة الثمانية اوراق تكون مفيدة في زيادة الحاصل حيث تدفن هذه الجذور بالتربة المحيطة بها وتصبح فعاليتها اكثر في الامتصاص .



شكل ١ ـ ٩ النظام الجذري الليفي المتشعب لنبات الذرة الصفراء . ان هذه الجذور الليفية (التاجية) تنشأ كلها من عقد الجذر الواقعة فوق السلامية الوسطى للجذر وهي الجذور الدائمية . العقدة الجذرية في اعلى الجذر قد تحفزت من الجذور الهوائية بعد دفنها بالتربة ، هذا الجذر ماخوذ من حجم ٢٥ × ٢٥ × ٣٠ سم



شكل ١ ـ ١٠ الجذور الهوائية (brace roots) تظهر على عقدتين من عقد ساق نبات الذرة الصفراء . ان هذه الجذور لها دور هام في عملية التثبيت للنبات وكذلك الامتصاص لذا يعمد المزارعون في الدول المتقدمة زراعيا الى اجراء عملية التمريز بعد حوالي شهر ونصف من زراعة المحصول (في خطوط) وذلك لتحفيز نشاط الجذور الهوائية وافادة النبات من دورها في الامتصاص والتثبيت اضافة للجذور التاجية .

ان عملية تشكل النبات ووصوله الى مرحلة متقدمة تتكامل فيها الاوراق (مرحلة الاستطالة او النمو الخضري) وبدء نمو النورة الذكرية والانثوية تعتمد على درجة الحرارة وتوفر الرطوبة ولكن لو تأخرت هذه المرحلة فليس لها تأثير على الحاصل اذا كانت هناك فرصة زمنية كافية للتلقيح والنضج تحت ظروف مناسبة ، علما ان الاختلافات بين الاصناف او التاثيرات الناتجة من تاثير درجة الحرارة تؤثر على هذه المرحلة اكثر من اية مرحلة اخرى من حياة النبات ، وعادة اذا كانت هذه المرحلة متأخرة نسبيا فان ذلك يعقبه تأخير في التزهير الذكري والانثوي وبالتالي تمثل مرحلة النمو الخضري مرحلة انقسام شديد للخلايا وازدياد في عددها وحجمها وهذا ينتج عنه احيانا ظهور اعراض نقص العناصر في هذه المرحلة سيما الفسفور والبوتاسيوم والزنك والنايتروجين . ويسود في هذه المرحلة خصوصا في ظروف العراق اشتداد الرياح لبعض الايام وكذلك سقوط الامطار او البرد او الاصابة بحشرة حفار الساق . فاذا حصل ضرر على النباتات في هذه المرحلة وتوفرت ظروف جيدة بعدها فيمكن للنبات التعويض عن ذلك الضرر والتغلب عليه ، الا انه لو تكسرت النباتات فوق منطقة القمة النامية فلن يكون هناك ساق رئيسي اخر للنبات وانما احياناً يحصل ان تتكون اعطاء جانبية ذات حاصل ضعيف او بدون حاصل .

وقد وجد Elsahookie و Wuhaib ، ١٩٨٧ ان قطع اوراق النبات في مرحلة ٦ ـ ٨ اوراق في العروة الربيعية قد زاد من حاصل النبات بمعدل ٣٨٪ ، وذلك مايعادل تقريبا الزيادة الناتجة من قوة الهجين على مثيله من الاصناف المفتوحة التلقيح . ان ذلك قد فسر على اساس تحفز المجموع الجذري للنبات بعد بتر الاوراق ثم بعدما يستعيد النبات نموه يكون الجذر بحجم ونشاط اكبر يمكنه من الامتصاص وتجهيز النبات بالعناصر الضرورية والماء ، علما انه لايحصل اي ضرر على الشكل المورفولوجي للنبات بصورة عامة ، الا انه ظهرت نسبة معينة من النباتات تعطي نورتها الانثوية في قمة النبات مع النورة الذكرية وهي حالة خاصة تشبه الى حد ما حالة احد طوافر الذرة الصفراء التي سوف يمر ذكرها في فصل وراثة الذرة الصفراء ومن الجدير بالذكر ان عملية بتر الاوراق هذه او بتر النبات (في معاملة اخرى) لم تزد من الحاصل في العروة الخريفية بل على العكس خفضت الحاصل وذلك بسبب موت نسبة عالية من النباتات نتيجة ارتفاع درجة الحرارة في العروة الخريفية وعدم وجود اوراق تنتج الماء للتلطيف من درجة حرارة النبات . ان هذه الدراسة تحتاج الى دراسات اخرى موسعة تشتمل على عدد كبير من التراكيب الوراثية وتطبق في عدة مواقع ولعدة مواسم (شكل ١ ـ ١١) .



شكل ١ ــ ١١ جذور ثلاثة نباتات ذرة صفراء مختلفة في وزن الجذور بسبب عملية بتر الاوراق او الجزء العلوي من النبات . الى اليسار جذور النبات غير المبتور الاوراق وفي الوسط جذر النبات الذي بتر نصفه العلوي والى اليمين جذور النبات الذي بترت اوراقه العليا (دون الساق) ان زيادة وزن الجذر نتيجة البتر في العروة الربيعية زادت من حاصل الحبوب بصورة معنوية .

تشكل الاعضاء التكاثرية :

ان اعلى نشاط للقمة النامية في نبات الذرة الصفراء يحدث بعدما تتكون كافة الاوراق للنبات والتي مازالت غير مرئية (أثرية) والتي يكون فيها النبات في هذه المرحلة بعمر ٣٠ ــ ٤٠ يوما كما اسلفنا ويكون ارتفاعه بحدود ٤٠ ــ ٥٠ سم (حسب عوامل النمو والصنف) . بعد هذه المرحلة والتي تكون فيها القمة النامية مازالت عند سطح التربة يبدأ نشاط سريع للنبات في الاستطالة ويبدأ الجذر بنشاط اكبر في الامتصاص والنمو والانتشار في الوسط الذي يحيط به . في هذه المرحلة يكون المرنوص (الابتدائي) قد بدأ تكوينه على جانب من محور القمة النامية وبعد ابتداء تكوين النورة الذكرية (الابتدائية) وعلى فرع صغير يحمله عند العقدة السادسة الى الثامنة من عقد ساق النبات وتحت النورة الذكرية . ان العقد الخمس الى السبع

تحت موقع المرنوص الرئيسي تحمل ايضا عرانيص (أثرية) لاتنجح عادة في اعطاء عرانيص ذات حبوب باستثناء اول عرنوص تحت المرنوص الرئيسي وفي حالة كون الكثافة النباتية تسمح بذلك مع توفر عوامل النمو الاخرى ، اما في حالة الاصناف المتعددة العرانيص فذلك يحدث بصورة اوضح حيث نلاحظ نباتات عديدة فيها عرنوصان واحيانا ثلاثة عرانيص ذات بذور بحالة جيدة .

يحتاج نبات الذرة الصفراء عادة حوالي ٣٥ - ٤٠ يوما بعد تكون النورة الذكرية الابتدائية لاعطاء نورات ذكرية ذات حبوب لقاح جاهزة وحريرة (النورة الانثوية) ، ويكون النبات في هذه الحالة نشط النمو ودرجة الحرارة عالية تسمح له بذلك ، حيث تنمو الاوراق وتتسع في المساحة وكذلك الساق وبالاعتماد على السكريات التي تكونها الاوراق بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيمياوية بوجود ثاني اوكسيد الكاربون والمادة الخضراء والماء وحيث تكون الانزيمات في هذه المرحلة في قمة نشاطها لاجراء العمليات الكيموحيوية المتعددة ، وبينما تنبثق النورة الذكرية من خلال قمة النبات وتصبح النورة الانثوية (الحريرة) مرئية فان النشاط الخضري للنبات ينخفض ويتجه النشاط الى اطلاق حبوب اللقاح والاخصاب وتكوين البذور تكون معظم الاوراق في مرحلة اطلاق حبوب اللقاح قد امتدت بكامل مساحتها واستطاعت السلاميات لاعطاء الارتفاع الطبيعي للنبات . ان ظروف النمو اذا كانت جيدة فان النبات يعطي نموه وحاصله الاعتيادي حسب قدرته وراثيا في تلك البيئة اما لو تعرض النبات الى نقص العناصر سيما النايتروجين فان ذلك يؤثر كثيراً على نمو وحاصل النبات وتكوين البروتين بالدرجة الرئيسية . ان تعرض النبات الى نقص بعض العناصر او العطش في هذه المرحلة لا يؤثر بدرجة كبيرة على تكوين النورات الذكرية واطلاق حبوب اللقاح من حيث تشكلها مثلما يؤثر على حجم النبات والنورة الانثوية وحاصلها لان الاولى (النورة الذكرية) تتكون قبل النورة الانثوية . ان حجم النورة الانثوية (المرنوص) يتحدد خلال فترة ثلاثة اسابيع تبدأ عادة بعد الاسبوع السادس من بزوغ البادرة وان اول جزء يتحدد في المرنوص هو عدد صفوف الحبوب ثم العدد الاقصى للبويضات في الصف الواحد . ان نقص العناصر او الجفاف في هذه المرحلة سيما بحدود ١٠ - ١٥ يوما قبل اطلاق حبوب اللقاح وظهور الحريرة يمكن ان يؤثر على الحاصل وعدد الحبوب في المرنوص سلباً وبدرجة كبيرة . تعتبر هذه المرحلة من احرج فترات حياة النبات ونقص العناصر او الماء يؤثر عليها بدرجة كبيرة سواء على حيوية حبوب اللقاح او على الاخصاب او عدد الحبوب او حجمها وكذلك ضرر الحشرات او عوامل البيئة الاخرى من كثافة نباتية عالية او ضرر ميكانيكي نتيجة عزق خاطيء كلها تؤثر بدرجة سلبية

بليغة ولايمكن معالجتها في هذه المرحلة لأن النبات لايمكنه التعويض حيث وصل المرحلة النهائية من نشاطه .

النظام الزهري في الذرة الصفراء :

[ان النظام الزهري في الذرة الصفراء هو من النوع احادي المسكن (Monoecious) حيث تحمل الاعضاء الذكرية (شكل ١ ــ ١٢) في اعلى النبات والاعضاء الانثوية (العرنوص) في ابط احدى الاوراق عند منتصف النبات تقريبا (شكل ١ ــ ١٣) . لقد سهلت هذه الحالة من النظام الزهري اجراء دراسات عديدة حول هذا المحصول من الناحية الوراثية وانتاج السلالات النقية وانتاج الهجن الذي اصبح لها الدور الكبيرة في زيادة الحاصل والذي انتقل كذلك الى المحاصيل الاخرى للمحصول على زيادة في الحاصل نتيجة استغلال ظاهرة قوة الهجين (hybrid vigor) .]

[ان عملية التزهير في الذرة الصفراء تبدأ مع ارتفاع درجة الحرارة ، فمثلا في العروة الربيعية في العراق يكون التزهير في شهر مايس حيث تبدأ الحرارة في الارتفاع وكذلك في العروة الخريفية يكون التزهير في شهر آب ــ ايلول حيث الحرارة عالية اكثر من العروة الاولى ، وفي كلتا الحالتين يكون نمو النبات قد اكتمل من حيث الارتفاع وعدد الاوراق واكتمال مساحتها الورقية ، وريثما تظهر النورات الذكرية وتبداء حبوب اللقاح بالسقوط والتطاير تظهر النورات الانثوية بين ٣ ــ ٧ ايام بعد ظهور النورات الذكرية وتختلف المدة باختلاف موسم الزراعة والصنف وعوامل النمو ، وكلما كانت الفترة لاطلاق حبوب اللقاح اطول وانتظمت مع جاهزية الحريرة للتلقيح كان ذلك افضل وتحوى النورات الذكرية معدل ٢ ــ ٥ ملايين حبة لقاح وقد يقل عن ذلك او يزيد حسب الصنف وبذا يكون معدل حبوب اللقاح التي تتنافس لتلقيح بيضة واحدة من النورة الانثوية حوالي ٢٠٠٠ ــ ٥٠٠٠ فيما لو افترضنا ان الحد الاقصى للبويضات على العرنوص الواحد هو ١٠٠٠ بويضة وهو تقريبا اعلى رقم معروف بين اصناف الذرة الصفراء المزروعة . تحمل حبوب اللقاح في النورة الذكرية داخل متوك (Anthers) شكل (١ ــ ١٢) التي تتفتح بعد نضجها خلال الصباح وبعد جفاف الندى او الرطوبة الموجودة على النبات وفي العروة الربيعية في العراق يكون ذلك ابتداء من الساعة التاسعة تقريباً بينما في العروة الخريفية يكون بحدود الساعة الثامنة صباحا وتكون انشط بين التاسعة



شكل ١ ـ ١٢ النورة الذكرية لنبات الذرة الصفراء اثناء انطلاق المتوك من اغمادها والتي تحمل حبوب اللقاح بداخلها بعشرات الالوف للنورة الواحدة في الاقل .

الى الحادية عشرة صباحا خلال اليوم ويستمر اطلاق حبوب اللقاح للنبات الواحد حوالي اسبوع او اكثر قليلا وتكون قمة النشاط للنورة الذكرية في ذلك بعد ثلاثة ايام من ابتدأ انطلاق حبوب اللقاح . يمكن لحبوب اللقاح الانتقال لعدة امتار بالهواء لتلقيح النباتات الاخرى حيث تكون فعالة لمسافة ١٠ ــ ١٥ مترا في الاقل اذا كانت الرياح بالاتجاه المناسب وحبوب اللقاح حية . يبدأ انطلاق حبوب اللقاح عند منتصف الفرع الاوسط (العلوي) في النورة الذكرية ثم يستمر ذلك الى اسفل النورة ونهاية بقية فروعها . ان عملية اطلاق حبوب اللقاح من النورة الذكرية ليست عملية مستمرة حيث انها تتوقف اذا كان الجو حاراً جداً وكذلك اذا كان الجو رطباً ،/وبذا فانه عند سقوط امطار احيانا خلال فترة التزهير فان ذلك لا يغسل حبوب اللقاح من النورة الذكرية لان حبوب اللقاح تكون قد توقفت عن الانطلاق في ذلك الطرف واذا كانت حبوب اللقاح على الحريرة فانها هي الاخرى غير قابلة للغسل بالماء لان حبوب اللقاح ريثما تسقط على مياسم الحريرة وخلال دقائق فقط تكون قد انبتت وابتدأ الانبوب اللقاحي باختراق القلم والنزول باتجاه المبيض/ ان حبوب اللقاح في الذرة الصفراء وفي الظروف المناسبة تبقى حية وفعالة للاخصاب لغاية ١٨ ــ ٢٤ ساعة ولذلك فانه لدى اجراء التلقيح الصناعي في برامج تربية النبات لايمكن الاعتماد على حبوب اللقاح المتجمعة في الكيس الخاص بتجميع حبوب اللقاح الناتجة من اليوم السابق حيث لابد من جمع حبوب لقاح جديدة بضرب الكيس او هزة بقوة لاطلاق حبوب لقاح حديثة واجراء التلقيح بها . ان اعداد حبوب اللقاح بصورة عامة فلما تكون مشكلة في انتاج حاصل عال من الذرة الصفراء باستثناء حالات الجفاف الشديد او الحرارة العالية التي يموت فيها عد كبير من حبوب اللقاح او بعض حالات العقم الذكري لبعض التراكيب الوراثية .

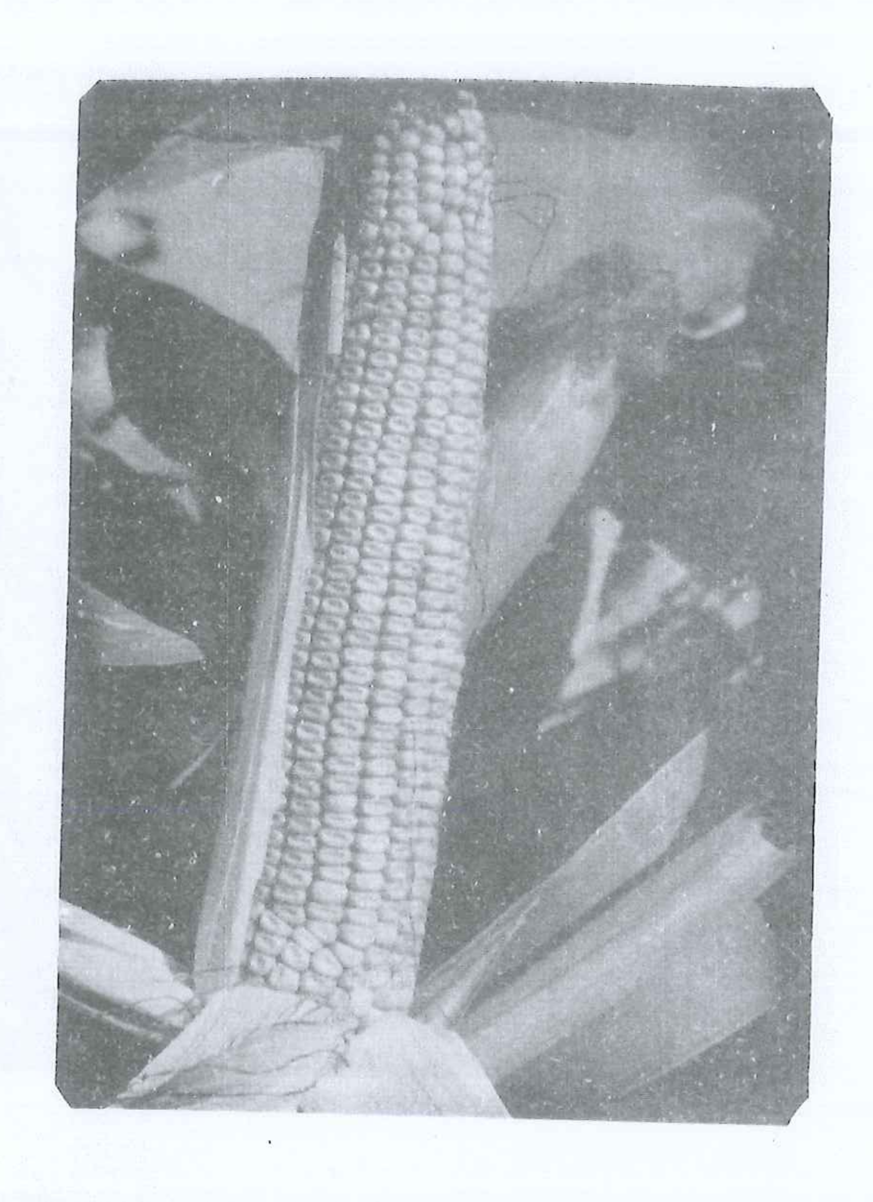
اما النورة الانثوية (العرنوص) فهي ذات طبيعة خاصة من بين المحاصيل الحقلية المختلفة حيث تحمل على فرع جانبي من النبات (الاشكال ١٣ ، ١٤ ، ١٥) . يحوي العرنوص عادة بين ٧٥٠ ــ ١٠٠٠ بويضة قابلة لاعطاء حبة ناضجة فيما لو لقحت وخصبت بصورة مناسبة وتترتب الحبوب دائما في ازواج . يتراوح عدد الصفوف (rows) في العرنوص الواحد في الغالب بين ١٢ ــ ١٨ صف وقد يقل عن ذلك فيكون العدد ٨ صفوف ويزيد على ذلك فيصل ٢٤ صفا في بعض الحالات . تتصل بكل بويضة حريرة (silk) تمثل الميسم في نهايتها والقلم أسفله الذي يتصل بالبويضة التي تنفرس على القولحة (cob) تظهر المياسم من خلال اغلفة العرنوص (husks) العليا بعد حوالي ٣ ــ ٧ ايام من ابتداء النورة الذكرية باطلاق حبوب اللقاح . تنطلق الحريرة النامية من قاعدة العرنوص وتظهر اولا



شكل ١ ـ ١٣ حريرة النورة الانثوية على عرنوصين من الذرة الصفراء جاهزة لاستقبال [illegible] اللقاح .



شكل ١ ــ ١٤ عرنوص درة صفراء قبيل النضج ، يلاحظ جفاف الحريرة بعد اكتال الاخصاب .



شكل ١ ـ ١٥ عرنوص ذرة صفراء ناضج ويلاحظ فيه وضوح النقرة على الحبوب وكيفية اصطفاف الحبوب في خطوط منتظمة تتراوح عادة بين ٨ ـ ٢٤ صف .

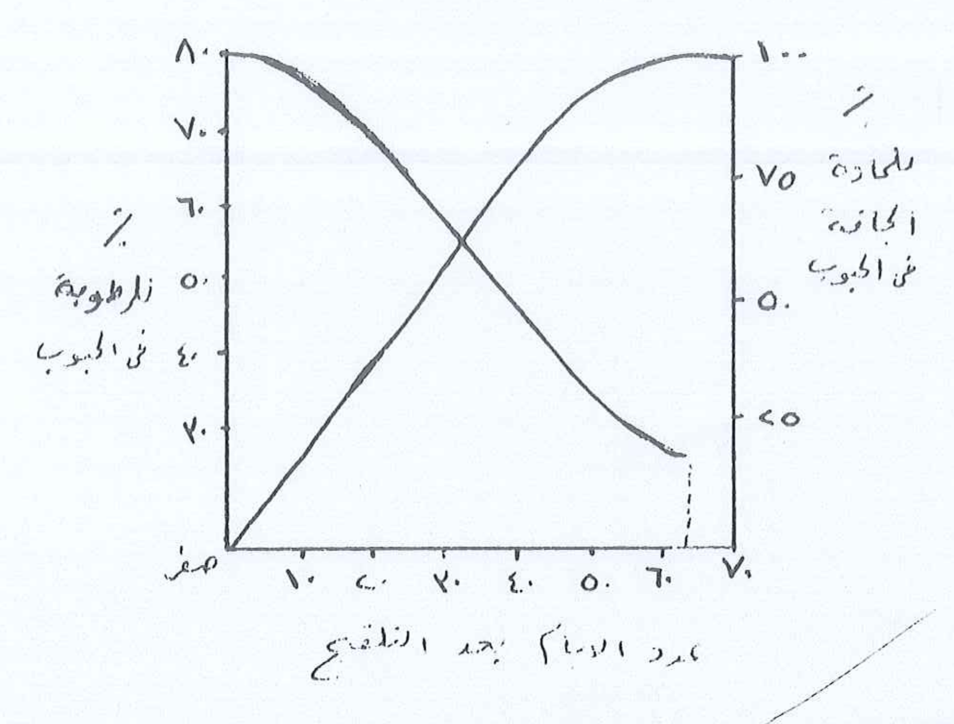
قبل غيرها والتي تظهر بعدها بحوالي ٣ ـ ٥ ايام حيث تكون كافة خيوط الحريرة قد ظهرت الى الخارج لتستقبل حبوب اللقاح ، والتي قلما تكون من نفس النبات اي ان التلقيح الخلطي هو الغالب حيث تقدر نسبة التلقيح الذاتي في الحقل بحدود ٣ ٪ (اي ٩٧ ٪ من النباتات او من البويضات تتلقح خلطيا) . عندما تسقط حبوب اللقاح على المياسم تعلق بها بسهولة بسبب وجود شعيرات دقيقة تغطي سطوح المياسم اضافة الى وجود مادة لزجة تمسك بحبوب اللقاح كذلك حيث تنبت

حبة اللقاح مكونة الانبوب اللقاحي (Pollen tube) الذي يخترق القلم متجها الى الاسفل نحو البويضة بحدود ١٢ ـ ٢٨ ساعة إن اول انبوب لقاحي يصل الى الكيس الجنيني يحدث الاخصاب وتبداء الحبة بالتكون. ان قلة الرطوبة في المياسم لدى جفاف الجو والنبات بدرجة عالية تسبب فشل حبوب اللقاح في الانبات وبالتالي لاتكون الحبوب وعادة ضرر الجو الحار الجاف على الاخصاب اكثر من ضرر الجو البارد الرطب حيث لم تؤكد اية معلومات علمية من ان قطرات الماء المتكونة على المياسم (الحريرة) الناتجة من الندى او الضباب او الامطار تكون ذات اثر ضار على حدوث الاخصاب او تكون البذور. ان الحاجة الشديدة في مرحلة التزهير تتركز بالدرجة الاساس على النايتروجين والماء اللذان يجب توفرها بكميات كافية للنبات المزهر حيث تكون عملياته الفسلجية في درجة عالية من النشاط وبذا فان نقص الماء في مرحلة التزهير يسبب تاخر اطلاق الحريرة الامر الذي تكون فيه النورات الذكرية قد اطلقت حبوب اللقاح واصبح هناك عجز فيها لاخصاب الحريرة المتأخرة الظهور هناك نقطة هامة في هذه المرحلة فيما لو كان هناك نقص في الرطوبة او النايتروجين مع وجود كثافة نباتية عالية في جو مصحوب بالغيوم لعدة ايام فان عددا من البويضات الواقعة عند قمة العرنوس تجهض ولا تتكون فيها حبوب اعتيادية مما يؤثر على الحاصل، حيث وجد ان حجب ٩٠٪ من الضوء عن النباتات في هذه المرحلة لثلاثة ايام يقلل من الحاصل معدل ٢٥٪.

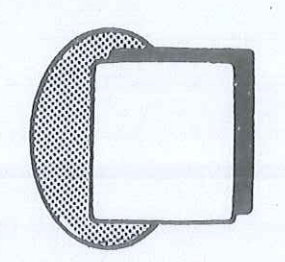
الاخصاب وتشكل الحبة:

يحدث الاخصاب عندما تتحد النواة الذكرية مع الانبوب اللقاحي مع البيضة، والنواة الذكرية الاخرى مع النواتين القطبيتين والمسمى بالاخصاب المزدوج (double fertilization). تنتج البويضة المخصبة الجنين بينما تنتج النواتان القطبيتان السويداء وكلاهما يحاط بغلاف البذرة (seed coat-Pericarp) يتغير لون الحريرة بعد الاخصاب ببضعة ايام الى اللون البني ويجف قليلا ويستمر لاحقا بالجفاف حتى النضج ويبداء القالح بالنمو والزيادة بالحجم وتبدو البويضات المخصبة تآليل شافة كانها الفقاقيع المتكونة على الجلد نتيجة الحروق وهذه المرحلة تحدث بعد حوالي عشرة ايام من اكتال الاخصاب. تستمر الحبوب المتكونة بالنمو والامتلاء بالمواد المخزونة حيث تصل الطور الحليبي (milk stage) بعد حوالي ٣ اسابيع من التلقيح والاخصاب وتحوي في هذه المرحلة مواد معظمها السكريات وبعض المركبات البروتينية ثم تستمر التحولات في السكر الى نشاء مروراً بالطور

المجيني (dough stage) ويكتمل ذلك بعد حوالي ٦ اسابيع بعد الاخصاب وتكون كاملة النضج بعد الاسبوع السابع من الاخصاب وتكون الحبة قد وصلت الحد الاقصى في اكتسابها الوزن الجاف والتي هي مرحلة النضج الفسلجي (pyhsiological maturity). ان وصول الحبة الى مرحلة النضج الفسلجي (وصول الحبة الى الحد الاعلى من الوزن الجاف وتكون الندبة السوداء ظاهرة عند قاعدة الحبة) يختلف في المدة باختلاف موعد الزراعة وموسم الزراعة والصنف وعادة تتراوح هذه المدة بين ٤٥ ــ ٦٠ يوما بعد الاخصاب حسب الصنف وموسم الزراعة ، علما ان موسم الزراعة يؤثر بدرجة اكثر على الفترة من الزراعة حتى التزهير مما يؤثر على الفترة من التزهير حتى النضج/ ومن الجدير بالملاحظة انه كلما تقدمت الحبة بالنضج وزيادة تجمع المادة الجافة فيها كلما انخفضت فيها نسبة الرطوبة (شكل ١ ــ ١٦). وعندما تصل نسبة المادة الجافة في الحبوب حدها الاقصى تكون نسبة الرطوبة فيها لاتزيد عن ٣٥٪ عادة والغالب بين ٢٨ ــ ٣٠٪ حيث تكون عندها مرحلة النضج الفسلجي التي تتاكد كذلك كما اسلفنا بظهور الندبة السوداء (black layer) التي تظهر عند قاعدة الحبة (الطرف المدبب) التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة بسهولة بازالة القشرة بالظفر او باداة صلبة وهي تشير الى ان عمليات انتقال المواد المصنعة الى الحبة قد توقفت تماما وان الحبة تكون خاضعة في هذه المرحلة الى عملية فقد الرطوبة فقط . ان الندبة السوداء المتكونة ناتجة من تحطم العديد من الخلايا التي تغلق انابيب الانتقال بين الحبة والنبات . يعتبر العرنوص الذي يحوي ثلاثة ارباع حبوبه في الاقل ندبا سوداء عرنوصا ناضجا . ان هذه المرحلة تكون خطرة فيما لو جمعت الحبوب قبل فقدها للرطوبة الزائدة ، وبذا فان ترك النباتات في الحقل لبضعة ايام حتى تصل الى الرطوبة المناسبة للحصاد امر ضروري ، وتختلف مواسم الزراعة والاصناف او الهجن المزروعة في سرعة فقد الرطوبة من الحبوب . يبداء جفاف الحبة من قاعدتها العريضة (الخارجية) وباتجاه القالح الذي يبقى رطباً اكثر من الحبوب ، وبذا فان نسبة الرطوبة في العرنوص الكلي هي اكثر من نسبة الرطوبة في الحبوب لوحدها لنفس العرنوص . ان نسبة الرطوبة (الامينة) المناسبة للحصاد بصورة مثالية هي بحدود ٢٠٪ بينما نسبة الرطوبة التي يحسب على اساسها حاصل الحبوب هي ١٥,٥٪ . لقد وجد بكتاش (١٩٨٥) ان هناك علاقة ارتباط سلبية بين حاصل الحبوب ودرجات الحرارة العظمى اثناء التزهير والاخصاب في الموسمين الربيع والخريفي في وسط العراق بينما كانت العلاقة لنفس الفترة موجبة مع الرطوبة النسبية في الجو.



شكل ١ ــ ١٦ ترتبط الحدود القصوى للمادة الجافة في الحبوب مع نسبة الرطوبة فيها ، حيث يلاحظ من الشكل ان النسبة المئوية للمادة الجافة تزداد مع نقصان النسبة المئوية للرطوبة فيها وذلك مرتبط مع عدد الايام بعد التلقيح .



الفصل الثانى

منشأ ومجاميع الذرة الصفراء
Origin and groups of maize

نبات الذرة الصفراء من بين احد نباتات المحاصيل الحقلية المستوطنة في اميركا وقد عرف ذلك بعد اكتشاف اميركا من قبل كولومبس (Columbus) وقد كان ذلك اول تاريخ لمعرفتها عندما بعث اثنان من الاسبان مع كولومبس في الرحلة الاستكشافية المعروفة الى كوبا وذكرا ان هناك محصولا اسمه (maiz) ـ (بحذف الحرف e) ـ يعطي حبوبا جيدة تصلح لعمل الطحين وطعمه طيب وكان ذلك في ٥ تشرين الثاني عام ١٤٩٢ .

لقد نوقشت (اقارب) الذرة الصفراء من قبل العديد من الباحثين . يعود نبات الذرة الصفراء الى العائلة النجيلية (poaceae) والقبيلة (Maydeae) التي تضم ثمانية اجناس ، منها خمسة شرقية (oriental) ليست بذات اهمية هي : Coix و Schlerachne و polytoca و Chinonachne و Trilobachne حيث تنتشر هذه الاجناس في المنطقة الجغرافية الممتدة من الهند الى بورما بما في ذلك استراليا ، والجنس Coix هو اكثر الاجناس معروفا من بين الاجناس الخمسة المذكورة . اما الاجناس الثلاثة الاخرى فهي الاجناس الامريكية وهي : Zea (وهو اكثر الاجناس اهمية) ثم الجنس Tripsacum او المسمى بحشيش كاما (Gamagrass) وهو مستخدم كمحصول علفي وليس بذى اهمية في انتاج الحبوب ، ثم الجنس Euchlaena (teosinte) الذي يعتبره المختصون اقرب الاجناس البرية للذرة الصفراء المزروعة .

ان الجنس (Zea) ممثل بنوع واحد هو (mays) والمسمى بالذرة الهندية (Indian corn) نسبة الى الهنود الاميركان الذين كانوا يزرعونه بدرجة كبيرة في

مستوطناتهم المتعددة في الولايات المتحدة ويسمى حاليا (maize) . ان مجاميع هذا النوع زراعيا هي : المنغوزة (dent) والفشار (الشامية) pop والطحينية (floury) والصيوانية (flint) والحلوة (sweet) والشمعية (waxy) اما الجنس (Tripsacum = gamagrass) فهو منتشر من المكسيك الى البرازيل وكذلك المناطق الشرقية والغربية من الولايات المتحدة . ان الحالة الثنائية (2n) لهذا الجنس تحوي ١٨ زوجا من الكروموسومات والحالة الرباعية (4n) ٣٦ زوجا ، وربما لم يستخدم هذا النبات من قبل الهنود الامريكان لانتاج الحبوب فقط وانما لانتاج العلف .

اما الجنس (Euchlaena = teosinte) فهو موجود في المكسيك وكواتيمالا ويحوي النبات الحولي منه في الحالة الثنائية عشرة ازواج من الكروموسومات اي مثل الذرة الصفراء الحالية المزروعة وهو اكثر انتشارا من النبات المعمر من هذا الجنس الذي يحوي ٢٠ زوجا من الكرموسومات وهو موجود في بعض المناطق المحدودة في المكسيك ، ومن الجدير بالذكر ان الشكل الحولي السابق يستخدم محصولا علفيا .

يعتقد wilkes (١٩٧٢) ان التيوسنتي وحشيش كاما قد نالتا اهتماما اكبر في مجال تطور المحصول الغذائي الهام (الذرة الصفراء) . انه يمكن تهجين حشيش كاما مع الذرة الصفراء تحت الظروف التجريبية ، وتتلقح كذلك التيوسنتي مع الذرة الصفراء بشكل طبيعي حيث تنموان سوية . ويعتقد الباحث نفسه (wilkes) ان معظم قوة الهجين في الذرة الصفراء تعزى اساسا الى تزاوجها مع التيوسنتي بحدوث التسرب introgression وبذا فان الاعتقاد يكون كبيرا في التسرب الوراثي من التيوسنتي الى الذرة الصفراء . تعاني التيوسنتي اليوم من الانقراض وهي التي يعتقد انها القريب الاقرب الى الذرة الصفراء في مجال نشأة وتطور الاخيرة ، سيما في المناطق التي فيها ذرة صفراء تتزاوج معها منذ الفي سنة في الاقل وهذا الانقراض له معنى هام جداً خصوصا فيا يتعلق بنقطتين ، الاولى في مجال ادخال تراكيب وراثية جديدة (حيث انه فقد نتيجة التزاوج) والثانية انتهاء حالة التزاوج المذكورة مع ضروب الذرة الصفراء المحلية في المنطقة سيما ان هذا النبات (الذرة الصفراء) يعتمد بدرجة كبيرة على حالة عدم التماثل (heterozygosity) في نشاطه وتكاثره . ان التيوسنتي (2n = 20) تتزاوج بحرية وبشكل طبيعي مع الذرة الصفراء (2n = 20) بتاثير الرياح ، والجيل الاول الناتج من تزاوجهما خصب ونشط النمو وقد لوحظ في المكسيك (احد مواطن الذرة الصفراء) ان التيوسنتي متزاوجه مع ١٧ ضربا من الذرة الصفراء من مجموع الضروب (٢٥) الشائعة هناك مع حدوث تسرب وراثي في الاجيال المتزاوجة رجعيا مع الذرة الصفراء . ومن الجدير بالذكر ان نباتي التيوسنتي والذرة الصفراء متشابهان في

المظهر وكذلك في النورات الذكرية والانثوية اضافة الى عدد الكرموسومات فيها باستثناء ان البذور (الثار) في التيوسنتي تحمل بشكل ثنائي الصفوف (distichous) بينما في الذرة الصفراء بشكل متعدد الصفوف (polystichous) وهو شكل العرنوص الشائع ، اضافة الى سهولة انفصال او انخراط بذور التيوسنتي من الحامل الزهري بسهولة الامر الذي سيسهل عملية كون التيوسنتي نباتا بريا .

نظريات النشوء والتطور/ :

من الصعب جداً اعطاء صورة واحدة قطعية لتحديد منشأ نبات الذرة الصفراء وكيفية تطوره وراثيا ، حيث ان النبات يصعب عليه اعطاء حاصل عال وادامة حياته بدون رعاية الانسان ، سيا وان بذروه غير سهلة الانفراط واذا سقطت على الارض تموت نسبة عالية جدا منها بعد انباتها نتيجة تنافسها الشديد فيا بينها على عوامل النمو . تشير الاستكشافات الاثرية والجغرافية على ان نبات الذرة الصفراء كان قد نشأ منذ الاف السنين وتؤكد المواد المشعة (radioactives) من بقايا العرانيص ان النبات كان موجودا بما لايقل عن ٥٠٠٠ سنة الا ان الادلة التي عثر عليها حول حبوب اللقاح في مدينة المكسيك لكل من اجناس Zea و Tripsacum و Euchlaena تشير الى ان النبات عمره اقدم من ذلك .

انواع الذرة الصفراء حسب اجناسها : ـ

ذكرنا ان اجناس الذرة الصفراء هي ثمانية منها خمسة شرقية (genera Oriental) وثلاثة اميركية (American genera) وفيما يلي انواع كل جنس وعدد الكروموسومات فيه :

أ ـ الاجناس الشرقية هي

١ ـ Coix

٢ ـ Schlerachne

٣ ـ Chionachne

٤ ـ Trilobachne

٥ ـ Polytoca

تنتشر هذه الاجناس في المناطق الشرقية من العالم (الهندوسيلان واستراليا والفلبين وجاوا)، الثمرة داخل غلاف متقرن وتحوي خلاياها عشرة ازواج من الكرموسومات باستثناء **Coix aquatica** الذي يحوي خمسة ازواج فقط.

ب ـ الاجناس الامريكية وهي :

١ ـ Zea : والنوع الوحيد فيه هو mays وفيه عشرة ازواج كروموسومية، وتتبع له كافة مجاميع الذرة الصفراء المعروفة من الذرة المنفوزة والحلوة والطحينية والصيوانية وغيرها.

٢ ـ Euchlaena وفيه نوعان احدهما بعشرة ازواج كروموسومية والثاني بعشرين زوجاً.

٣ ـ Tripsacum وفيه تسعة انواع تحوي ١٨ زوجاً او ٣٦ زوجاً من الكرموسومات، ويمكن تفصيل ذلك كالاتي :

genus and species	common name	2n
1. Zea mays	maize (corn)	20
2. Euchlaena (Zea) mexicana	teosinte	20
Euchlaena (Zea) perennis	perennial teosinte	40
3. Tripsacum: (gamagrass)	floridanum australe maizar zopilotense dactyloides	36
	daytyloides laxum latifolium pilosum	72

ـ هناك دلائل عديدة توحي الى ان الذرة الصفراء قد نشأت في المكسيك واميركا الوسطى وبالذات المكسيك وكواتيمالا حيث ان هذه المنطقة يستوطن فيها جنس اليوكلينا، كما ان هناك اراء توحي ان منشأ الذرة الصفراء هو في المنطقة الممتدة

من مرتفعات بيرو الى موليفيا والاكوادور بسبب وجود تغايرات شديدة لبعض الاشكال المستوطنة هناك / انه ولحد الان لايمكن القول بنظرية واحدة حول منشأ الذرة الصفراء وقد أبدى باحثون عديدون اراء حول ذلك . لقد استعرض كل من Goodman ، ١٩٦٥ و Galinat ، ١٩٧١ هذه النظريات بشكل مسهب ،، والنظرية القديمة والتي مازالت قائمة هي ان الذرة الاولية (القديمة) كانت قد انتخبت من قبل الانسان اما مباشرة من قريبتها التيوسنتي او من احد الاشكال القريبة من كليهما ، وقد ذكر ان الذرة المغلفة (podcorn) هي الشكل البري او البدائي للذرة الصفراء المزروعة حيث ان حبوبها مغلفة داخل مايشبه القرنة بحيث تحمل صفة الحالة البرية ، وهي (الذرة المغلفة) تختلف عن الذرة الصفراء المزروعة بجين واحد فقط ، ويمكن وضع الفرضية التالية بهذا الخصوص .

١ ـ نشأت الذرة الصفراء من نوع بري من الذرة المغلفة مستوطن لمنطقة اميركا الجنوبية .
٢ ـ جنس اليوكلينا هو الهجين الطبيعي للزيا × التريبسكم بعد ما ادخلت زراعة الذرة الصفراء في أميركا الوسطى .
٣ ـ ان اغلبية اصناف الذرة الصفراء المنتشرة في اميركا الشمالية والوسطى نشأت من هذا الهجين .

لقد كان يعتقد قديماً ان الذرة الصفراء المزروعة قد نشأت من كلا الذرة المغلفة والذرة الفشار (الشامية) ، وهذا الرأي يؤيده Mangelsdorf (١٩٥٠) مستنداً في ذلك على شكل القالح والاجزاء الاخرى للنبات التي وجدت فيما يسمى بكهف الخفاش (Bat Cave) في نيومكسيكو حين عثر على انواع صغيرة من القوالح البدائية جداً التي تشترك صفاتها بين صفات الذرة المغلفة والذرة الفشار وعلى ذلك بنى Mangelsdorf رأيه في فرضية التطور للذرة الصفراء في تلك الفترة بما يلي :

١ ـ ان الانتخاب الطبيعي العامل الهام في التطور كان قليل التأثير على النبات .
٢ ـ حصلت طفرات على نبات الذرة المغلفة لصفات متطرفة .
٣ ـ حصل تلوث وراثي للذرة الصفراء من التيوسنتي .
٤ ـ حدوث التلقيحات بين الاصناف والضروب انتخبت تراكيب وراثية عديدة ذات صفات شديدة الاختلاف .

اما الباحث Weatherwar (١٩٥٤) فيعتقد ان اجناس الزيا والتربسكم واليوكلينا ربما نشأت وتطورت من مصدر مشترك واحد ولكن بطرق مختلفة ، حيث تتشابه النباتات الثلاثة فيما بينها بمواصفات عديدة ، وبذا فقد يكون الجد البري للذرة الصفراء نباتاً معمراً بنورات متفرعة وعرانيص صغيرة ذات ٤ ــ ٨ صفوف من الحبوب التي قد تكون شبه مغلفة باغماد الاوراق . ويعتقد Randolph (١٩٥٢) ان الذرة الصفراء قد استأنسها الانسان منذ ٥٠٠٠ ــ ١٠٠٠ سنة اما في المكسيك او في المناطق الجنوبية الغربية للولايات المتحدة حيث المناخ الرطب شبه الاستوائي ، وربما كان نبات الذرة الصفراء آنذاك متوسط في معظم صفاته بين نبات الذرة الصفراء [الذي عثر عليه في موقع Bat cave] وبين اليوكلينا والتربسكم ، ويعتقد الباحث نفسه ان معظم الاختلاف في تحديد المنشأ هو فشل الباحثين في الاعتماد على الصفات الوراثية السايتولوجية المتعلقة بالذرة الصفراء واقاربها المذكورة على الاقل للفرضيات التالية :

١ ــ حدوث هجين من التيوسنتي وبعض الافراد غير المعلومية من Andropogoneae .
٢ ــ حدوث هجين (amphidiploid) بين انواع اسيوية تعود الى العائلة maydeae والـ Andropogoneae .
٣ ــ حدوث هجين ثلاثي (trigeneric) بين كل من الذرة المغلفة واليوكلينا والتربسكم .
٤ ــ حدوث هجين من تربسكم من اميركا الجنوبية مع تيوسنتي .

وعلى العكس مما ذكر توا فان الادلة الوراثية السايكولوجية لاتبدي اي عقبات الى الفرضيات البديلة التالية :

١ ــ ان الاجناس الزيا واليوكلينا والتربسكم نشأت بصورة منفصلة من جد مشترك واحد .
٢ ــ ان الزيا قد نتجت من اليوكلينا بالطفرة .

ويعتقد Randolph (١٩٥٩) ان اصل الذرة الصفراء هو الذرة الصفراء البرية وان الاختلاف بين الاجناس الثلاثة (الزيا والتربسكم واليوكلينا) حدثت قبل امد بعيد وبالات السنين قبل حدوث الطفرة والانتخاب الطبيعي للذرة البرية علماً ان الذرة المغلفة على مايبدو للوراثيين هي ليست الاصل الاول الذي انحدرت منه الذرة الصفراء المزروعة .

ان اصل هجين التيوسنتي على مايدو غير محتمل الوقوع بين الذرة الصفراء والتربسكم لوجود عدم التوافق في التلقيح بينها . لقد كتبت عدة بحوث حول منشأ الذرة الصفراء وان منها ماكتبه Mangelsdorf و Reeves ١٩٥٩) و Reeves و Mangelsdorf (١٩٥٩) بأن الذرة المغلفة هي اصل الذرة الصفراء وبأن التيوسنتي هي هجين بين الذرة الصفراء والتربسكم ، حيث امكن احداث التزاوج الناجح بين الذرة الصفراء والتربسكم بدون اي تكنيك خاص . ان التيوسنتي الحولي الذي هو اقرب مايكون الى الذرة الصفراء المزروعة اثبت انه حالة وسط بين الذرة الصفراء والتربسكم في عدد الكروموسومات ومواقع العقد (Knobs) عليها ، كما اوضح الباحثان ان التيوسنتي من المحتمل ان تكون قد نشآت حديثاً حسبا وجد من بعض التنقيبات الاثرية – النباتية ، وهذا القول مشابه للقول بان التيوسنتي ناتجة من تزاوج الذرة الصفراء مع التربسكم .

اعتقد Mangelsdorf و Reeves (١٩٥٩) بالنظرية القائلة بان بعض الضروب الحديثة للذرة الصفراء هي ناتجة من التيوسنتي بحدوث (introgression) حيث تهجنت في المكسيك وكواتيمالا وقد لخصا استنتاجاتها بالآتي :

١ – ان التهجين بين الذرة الصفراء والتيوسنتي هو شائع في عدة مواقع في المكسيك وكواتيمالا ويفترض ان يكون جارياً منذ قرون .
٢ – هناك ادلة قوية تشير الى ان هذا التهجين كان يقترن بتبادل الجينات .
٣ – لقد اوضحت عدة دراسات ان العقد الكروموسومية يمكن ان تنقل من التيوسنتي الى الذرة الصفراء ، واذا قلت هذه العقد الكروموسومية بأنها ادلة على حالة التسرب من التيوسنتي ، فهناك عدة حالات سايتولوجية لتلك الفرضية من التسرب .
٤ – هناك ادلة تشير الى امكانية احداث تحسين في الذرة الصفراء لصفات معينة بضمنها الحاصل عن طريق التهجين مع التيوسنتي .
٥ – لم تكتشف حقائق لدعم الفرضية القائلة بان صفات الذرة الصفراء الثلاثية المنشأ (tripsacoid) هي نتيجة الطفرات ، وعلى العكس من ذلك فان العديد من تلك الصفات تؤيد ادلة أنها ممكنة الحصول بالتهجين عن طريق تكوين التوليفات الجديدة (recombinations) .
٦ – تضمنت كافة النماذج الاستكشافية من الذرة الصفراء التي جمعت من المكسيك وأريزونا ونيو مكسيكو وكولوراد و وتكساس واوكلاهوما بجينات يمكن ان تقارن بدرجة كبيرة من التشابه مع الانعزالات الناتجة عن هجين الذرة الصفراء × التيوسنتي .

٧ ـ ان الادلة الاستكشافية الاثارية لتسرب التيوسنتي قد صاحبتها تغايرات متزايدة في صفات معينة .

٨ ـ ان التسرب في ذو تأثيرات مطفرة (mutagenic) يبدو ان البعض منها ذو فائدة .

٩ ـ يوجد دليل لتسرب مباشر من التربسكم الى الذرة الصفراء .

١٠ ـ ان الكروموسومات ذات التأثيرات الثلاثية (tripsacoid) تم الحصول عليها من اصناف من الذرة الصفراء من المكسيك وهندوراس ونيكاراكوا وكوبا وفنزويلا والبرازيل والبراكواي وبوليفيا والارجنتين .

١١ ـ ان جزءاً من النظرية الثلاثية (tripartite) حول منشأ وتطور الذرة الصفراء الذي يفترض ان عدة ضروب حديثة من الذرة الصفراء هي ناتجة اساساً من تسرب التيوسنتي او التربسكم الى الذرة الصفراء تعتبر اليوم مقبولة بشكل جيد ومستقر .

لقد ناقش Mangelsdorf و Reeves (١٩٥٩) مكان نشوء الذرة الصفراء واعتقد ان العثور على المتحجرات الخاصة بحبوب لقاح الذرة الصفراء في وادي المكسيك اكد بدون شك ان منشأ هذا المحصول هو في قارة اميركا ولكن ليس من الضروري ان يكون نفس المكان الذي استكشفت فيه ، وبذا يبقى احتمال وجود مركز نشوء مستقل عنه قد يكون في مكان م من اميركا الجنوبية . لقد اكد الباحثان المذكوران النقاط التالية بأنها حقائق وهي ان :

١ ـ اكبر التغايرات في الذرة الصفراء وجدت في اعالي بيرو .

٢ ـ كافة الوان حبة الذرة الصفراء المعروفة تحدث في بيرو .

٣ ـ الانتشار الغالب للذرة المغلفة هو في اودية المنحدرات الشرقية لجبال الانديز (Andes) .

٤ ـ انتشار الضرب البدائي للذرة الصفراء (Confit morocho) هو في بيرو .

٥ ـ الانتشار العالي للجين (tu) في الذرة الصفراء هو في بيرو .

كما ان الباحثين نفسهما يناقشان الوقت الممكن لنشوء الذرة الصفراء معتمدين في ذلك على متحجرات حبوب اللقاح التي عثر عليها في المكسيك واعتقد ان اصلها من ذرة صفراء برية وربما منذ ثمانين الف سنة علماً بأن الكاربون المشع الذي اختير على العينات المأخوذة من كهف الخفاش في نيو مكسيكو يشير الى ان عمرها يحدد (٥٦٠٠) سنة فقط ، مما يجعل الباحثين يعتقدان الى ان الذرة الصفراء كانت قد استأنست منذ ٥٠٠٠ سنة وربما بالف او اكثر قبل ذلك . لقد انتقد الباحثان

النظريات الاخرى حول نشوء الذرة الصفراء القائلة بانها ناتجة من نبات حشيشي منقرض يشبه الذرة الصفراء . هذا وقد قام الباحث Galinat (١٩٦١) بتقديم مثالين لطريقتين يمكن بها تطوير وتحسين الذرة الصفراء ببرامج تربية النبات من خلال دراسة تطور ونشوء الذرة الصفراء وهما :

١ ـ ان الارتباط المتزايد لحجم حبة اللقاح مع الطول المتزايد للعرنوص في الطبيعة يشير الى الحاجة للحفاظ على هذا الترابط من خلال الانتخاب الصناعي لزيادة طول العرنوص .

٢ ـ يمكن عن طريق فهم دور التسرب (انتقال التركيب الوراثي من اقارب الذرة الصفراء البرية مثل التيوسنتي والتربسكم الى الذرة الصفراء) ان تسيطر على قابلية الاتحاد التي تدرس في برامج التربية والتحسين لحصول الذرة الصفراء .

انه وبعد استعراض الاراء المتعلقة بموطن ونشوء الذرة الصفراء وتقديم ادلتها الوراثية والسايتولوجية والاثارية ، ابدى عدة باحثين رفضهم للفرضية الثلاثية (tripartite) لتفسير نشوء وتطور الذرة الصفراء وكان منهم Dewet واخرون (١٩٧٢) و Dewet و Harlan (١٩٧٢) . حيث استنتجوا من دراساتهم ان الاصل الذي انحدرت منه الذرة الصفراء كان اكثر مايشبه حشيش التيوسنتي بدلاً من الذرة المغلفة البرية وان الصفات التي تشبه التربسكم والموجودة في الذرة الصفراء حالياً هي كلها بالاصل من التيوسنتي اما عن طريق النبات الاصل الذي يشبه التيوسنتي او من خلال تزاوجات اخرى مع انتقال وراثي من جنس لأخر .

لقد اورد الباحثان السابقان Dewet و Harlan (١٩٧٢) رأياً اخر حول اصل الذرة الصفراء ، فقد ذكر ان اقدم ضرب من الذرة الشامية ـ الذرة المغلفة (pod-pop corn) بينما اقرب ضرب للذرة الصفراء يعيش اليوم هو التيوسنتي . انه وعلى الرغم من التشابه المظهري بين صفات الذرة الصفراء والتيوسنتي الا ان لكل منهما خصوصيته الوراثية . ان الفرضية الثلاثية (tripartite) تفترض ان اصل الذرة الصفراء المزروعة اليوم هو منقرض حالياً وهو بري مابين الذرة الشامية والمغلفة ، وان التيوسنتي نشأت من تهجينات الذرة الصفراء × التربسكم وبوجود (introgression) مع التيوسنتي او التربسكم نتجت الذرة الصفراء ذات الصفات الشبيهة بالتربسكم ، ان الذرة الصفراء والتيوسنتي تتزاوجان بسهولة وتتبادلان الجينات . ان انتاج الهجن من تزاوج الذرة الصفراء مع التربسكم ليس من السهولة انجاحها دوماً ، ومن الجدير بالذكر ان الـ introgression الصناعي من التربسكم الى الذرة الصفراء ، فشل في انتاج ذرية شبيهة بالتيوسنتي او التربسكم

لتكون شبيهة بما اعتقد المختصون في الاصول المنحدرة من تلك التزاوجات . ان البيانات والادلة الآثارية المتوفرة حالياً تستبعد التيوسنتي بان تكون الاصل الذي انحدرت منه الذرة الصفراء وبذا يكون محصول الذرة الصفراء هو المحصول الحبوبي الوحيد بدون قريب مباشر ينمو حالياً ، علما علماً بأن الدراسات التصنيفية الحيوية تفترض ان التيوسنتي قريبة جداً الى الذرة الصفراء المزروعة ويمكن ان تقبل بانها الاصل الذي انحدرت منه الاخيرة .

مجاميع الذرة الصفراء :

مر بنا تقسيم مجاميع الذرة الصفراء الى سبع وهي : المنغوزة والصوانية والحلوة والطحينية والفشار (الشامية) والشمعية والمغلفة ، وهذا التقسيم لايعتمد على العلاقة الطبيعية او الوراثية بين هذه المجاميع ، حيث الاعتماد في التصنيف بالدرجة الاساس على طبيعة السويداء ، وسوف نتطرق الى بعض مواصفات هذه المجاميع مع ذكر اسمائها اللاتينية والتي تعتبر (المجاميع) تحت النوع (subspecies) ، الا ان هذا غير معتبر الى درجة مقبولة من الناحية الوراثية والنباتية . تختلف الذرة الحلوة والشمعية والمغلفة عن المنغوزة بزوج واحد من الجينات بينما تختلف الصيوانية والطحينية والفشار باكثر من ذلك نسبياً (شكل ٢ ــ ١) .

١ ــ الذرة الصفراء المنغوزة **Zea ways indentata (dent)**

تعتبر هذه المجموعة من بين اكثر المجاميع انتشاراً من الناحية الزراعية وتتصف حبوبها بوجود تجعد نغزة (dent) في القاعدة العريضة من الحبة تنتج من جفاف النشأ الرخو (soft starch) . يتوزع النشأ المتقرن (corneous starch) في حبوب هذه المجموعة عند جوانبها ابتداء من الطرف المدبب وينتهي بانتهاء الجدران الجانبية عند الطرف العريض (شكل ٢ ــ ٢) . تمتاز حبوب هذه المجموعة باحتوائها على الوان عديدة متنوعة اغلبها الاصفر والابيض ، كما ان هناك اصنافاً محسنة منها تحوي لايسين (lysine) عالي ، وهو ذلك الحامض الاميني الاساسي لنمو الانسان والحيوان ، وتمتاز حبوب هذه التراكيب بكون سويدائها معتمة (opaque) .

٢ ــ الذرة الصيوانية Zea mays indurata (flint corn)

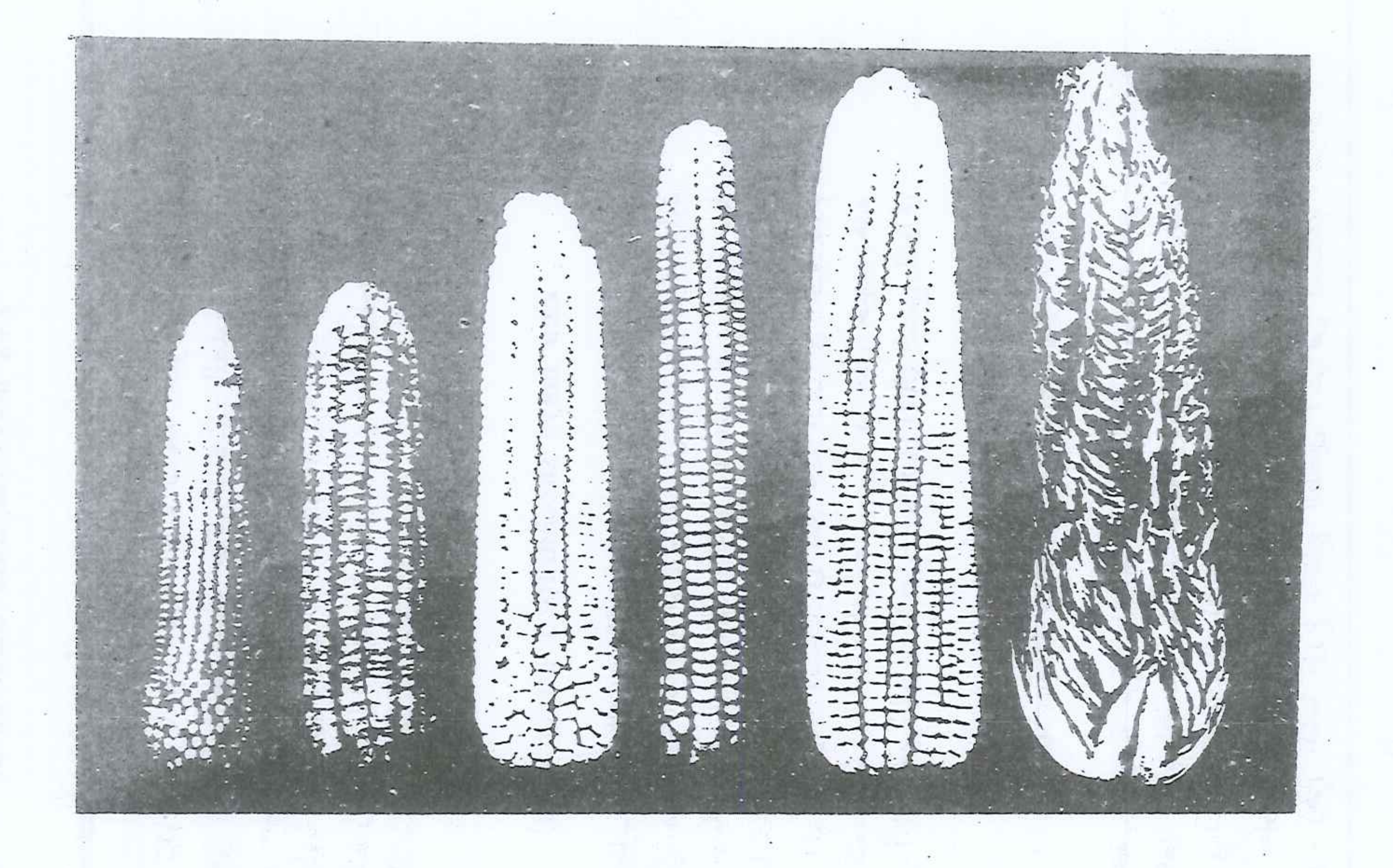
تأتي بالدرجة الثانية في الاهمية بعد المنفوزة حيث تزرع لاغراض صناعية في اوربا واسيا واميركا لاحتواء حبوبها على كمية اقل من النشأ الرخو محاط بطبقة من النشأ المتقرن وبذا تكون حبوبها صلبة لماعة ناعمة نتيجة احتوائها على النشأ المتقرن في الجزء الخارجي من الحبة وبما يجعلها صالحة للتصنيع المطلوب اكثر من حبوب الجاميع الاخرى حيث تستخدم بالدرجة الرئيسية لطعام الافطار (food break fast) المسمى تجارياً (corn flakes) . ان عدد الصنوف في العرنوص في هذه المجموعة اقل من المنفوزة وهو عادة بحدود ٨ صفوف في بعض المناطق ويزداد الى ١٢ ــ ١٤ صفاً للاصناف المحسنة تتميز الارجنتين بانتاج هذا النوع من حبوب الذرة الصفراء .

٣ ــ الذرة الحلوة Zea mays saccharata (sweet corn)

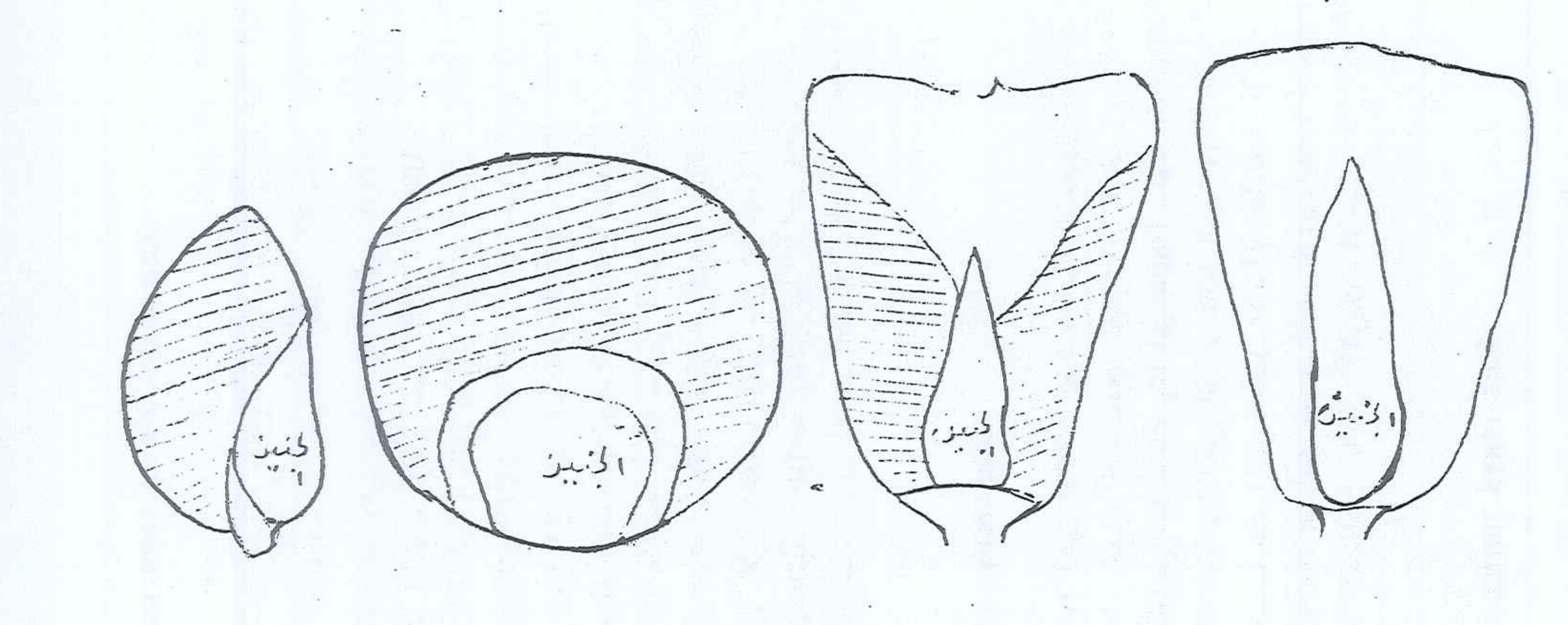
حبوبها شفافة صلبة يغلب عليها التجعد الشديد من كافة الجوانب (وهي جافة) وهذه الصفة مميزة لها عن حبوب الجاميع الاخرى . تستعمل حبوب الذرة الحلوة وهي طرية حيث تقطف وتقدم للمادة بعد سلقها او شيها كما يعلب جزء كبيرة منها للغرض ذاته . تحوي نباتات هذه المجموعة على زوج متنحي من الجينات هو (su) الذي يمنع تحويل السكر الى نشأ وبذا يتسبب في عدم تجمع النشأ في الحبة لعدم تكوين حبيباته وبالتالي تتجعد عندما تجف كما انه يتسبب في جعل حبوب هذه المجموعة ذات طعم حلو أكثر من الحبوب الاخرى سيما قبل اكتمال النضج النهائي وقبل جفافها .

٤ ــ الذرة الطحينية Zea mays amylacea (flour corn)

تتكون حبوبها بالدرجة الرئيسية من النشأ الرخو ، وهي من الانواع التي استخدمها الهنود الامريكان لعمل الطحين نظراً لرخاوته وسهولة تحضيره ، وقد وجدت لها آثار عديدة في حضارتي الازتك (Aztecs) والانكاس (Incas) في امريكا الجنوبية . تتلون حبوب هذه المجموعة بعدة الوان اكثر شيوعاً الابيض والازرق الداكن والمبرقش ، وهي اساساً تزرع لانتاج الطحين لاغراض الصناعة والتغذية .



شكل ٢ ـ ١ . عرانيص الذرة الصفراء من اليمين الى اليسار : المغلفة والمنفوزة والصيوانية والطحينية والحلوة والشامية .



شكل ٢ ـ ٢ توزيع نوع النشأ المتقرن (horny starch) المظلل بالخطوط والنشأ الرخو (soft starch) بدون تضليل في حبة اربع مجاميع من الذرة الصفراء هي من اليمين الى اليسار الطحينية والمنفوزة والصيوانية والفشار (الشامية).

٥ ـ الذرة الفشار (الشامية) **Zea mays everta (pop corn)**

حبوبها ذات سويداء يغلب عليها النشاء المتقرن الذي يطغي على معظم داخل الحبة باستثناء طبقة رقيقة محدودة حول الجنين من النشأ الرخو ، وبذا فهي تعتبر حالة متطرفة من الذرة الصيوانية . حبوب هذه المجموعة صغيرة نسبياً بالمقارنة مع حبوب المجاميع الاخرى وهي نوعان في الشكل : كروية مدببة الحبوب وتسمى (ricetype) وكروية الحبوب لؤلؤية تسمى (pearl type) تستخدم الحبوب هذه لانتاج الذرة المفرقعة (الشامية) والتي يضاف اليها في احيان كثيرة بعض الالوان والمطيبات تستخدم لاستهلاك الانسان . ان قابلية هذه الحبوب على الانفلاق (التفرقع) لدى تسخينها ربما يعود الى نسبة السويداء المتفرقة حيث تنفرز حبيبات النشاء وسط مادة غروية مرنة (مطاطة) قوية القوام تقاوم ضغط بخار الماء الناتج عند تسخينها لدرجة حرارة مناسبة حيث تنفجر الحبة وينقلب داخلها خارجها ويزداد حجمها بذلك الى عدة اضعاف . تمتاز عرانيص الذرة الشامية بكونها صغيرة اضافة الى صغر حبوبها الا ان نباتاتها تعطي عدة عرانيص ، ويلاحظ في الصنف المحلي في العراق ان النبات الواحد يعطي بين ٣ ـ ٥ عرانيص تحت ظروف الانتاج الجيدة . توجد عدة الوان لحبوب المجموعة كذلك الا ان اللون الاصفر هو الغالب .

٦ ـ الذرة الشمعية **Zea mays (waxy corn)**

تحوى حبوبها النشاء الشمعي الذي يحكمه الجين (wx) . يتركب النشأ الشمعي كلية من الاميلوبكتين ، بينما يتكون نشاء الذرة الاعتيادي من ٧٨٪ فقط اميلوبكتين و ٢٢٪ اميلوز . يشبه النشاء الشمعي نشاء التبيوكا (tapioca) . لقد كانت الصين تحتكر جين النشا الشمعي الا ان هذا الجين اصبح شائعاً اليوم في عدة دول . يستخدم النشا المستخرج من حبوب هذه المجموعة لعمل الاصاغ المختلفة وكذلك لتحضير بعض الاغذية . يصطبغ باللون الاحمر لدى تعريضها لصبغة ايودايد البوتاسيوم اليودي بينما يصطبغ النشاء الاعتيادي باللون الازرق بالاختبار اليودي .

٧ ـ الذرة المغلفة **Zea mays tunicata (pod corn)**

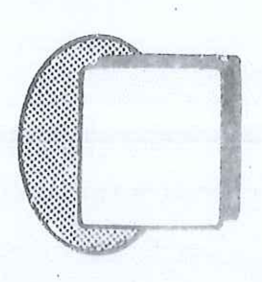
حبوبها مغلفة بشكل انفرادي وتترتب على العرنوص كما هو الحال في مجاميع الذرة الاخرى ويحيط بالعرنوص غلاف اخر (husk) وكذلك اصنافها المستخدمة قد تكون في سويدائها منفوزة او حلوة او شمعية او فشار او صيوانية او طحينية

وهي لاتزرع تجاريا انما تزرعا لغرض بعض الدراسات حول منشأ الذرة الصفراء ان حبوب هذه المجموعة هي فعلا من نوع غريب من الذرة الصفراء حيث ان حبوبها لو زرعت لايمكن الحصول على نفس المواصفات لذلك العرنوص ، فلو زرعت بذور لعرنوص ذرة مغلفة فان نصف النباتات الناتجة تكون مغلفة العرنوص وربعها غير مغلفة والربع الاخر طويلة العرنوص مغلفة لكنها فارغة بدون حبوب ، كما قد تحمل الحبوب على النورة الذكرية . ان نباتات هذه المجموعة هي (heterozygous) وتعزل نسبة ١ : ٢ : ١ مع سيادة التغلف والانواع النقية منها عالية العقم .

الباب الثاني

(عمليات خدمة التربة والمحصول)

الفصل الثالث ـ الحراثة والمحاريث
الفصل الرابع ـ موعد الزراعة وعمقها وكثافاتها
الفصل الخامس ـ التسميد والترب
الفصل السادس ـ الري
الفصل السابع ـ وقاية المحصول في الحقل واثناء الخزن



الفصل الثالث

الحراثة والمحاريث

يمكن اجمال كافة عمليات خدمة التربة بالدرجة الرئيسية بتهيئة مرقد جيد للبذرة ذي تربة مناسبة الحبيبات تلتصق حول البذرة كي تساعد على انباتها بصورة تجعل البادرة قادرة على النمو والتثبت في التربة حتى تعطي النبات الكفاءة في انتاج حاصل عالي. ان مرحلة الانبات لو قيست بمقياس الزمن نجد انها لاتمثل اكثر من ٥ ــ ١٠٪ من فترة نمو المحصول ، وعليه فان المقصود بذلك هو الا يبالغ في تنعيم الارض او تعدد مرات الحراثة او التمشيط انما كما ذكرنا قبل قليل ان المطلوب الاساسي في هذه المرحلة هو تهيئة مرقد البذرة المناسب الذي يجعلها تجتاز فترة الانبات بصورة ناضجة . ان المساحة التي تحتاجها البذرة او البادرة لقطع هذه المرحلة من النمو هي بحدود دائرة ذات قطر ١٠ ــ ١٥ سم مما يوضح ان بقية المسافة او المساحة بين خطوط الزراعة خارج هذه الدائرة الصغيرة لاتتطلب العناية الكبيرة لضمان حاصل افضل وبذا فلم يتطرق الباحثون المعنيون بانتاج الذرة الصفراء الى بذل عناية خاصة الى المساحة الموجودة بين الخطوط مثل تلك الواقعة على خطوط الزراعة ، وبذا نجد انه في بعض الحقول الواسعة في العالم يقوم العديد من الفلاحين بالزراعة مباشرة بعد الحراثة سيما في الترب المتوسطة النسجة الى الخفيفة التي لاتتكون فيها كتل كبيرة بعد الحراثة ، ومثل هذه الترب قليلة نسبيا في العراق حيث تميل التربة الى النسجة المتوسطة والثقيلة مما يتطلب التنعيم عادة بعد الحراثة . هذا وقد ظهرت في الافق العلمي منذ عام ١٩٥٠ وما بعده فكرة الزراعة بدون حراثة (zero tillage) او بالحراثة القليلة (minimum tillage) وفي الحالة الثانية يزرع نفس الحقل الذي كان مزروعا بمحصول حشيشي او بقولي باستخدام مكائن خاصة صنعت لهذا الغرض تقوم بحراثة جزء بعرض حوالي ٣٠ سم ثم تزرع البذور فيه على خطوط الا ان المشكلة هو ان النبات يتعرض الى جفاف كبير نتيجة منافسة النباتات السابقة النامية بجنب نباتات الذرة

الصفراء كما تنافسها على النايتروجين والعناصر الاخرى ، اما اذا كان المحصول السابق بقوليا فقد لوحظ كذلك ان النايتروجين المنتقل الى نباتات الذرة الصفراء لايكفي لاعطائها حاصلا مقبولا حتى مع استخدام مبيدات الادغال لقتل نباتات الادغال التي تنمو بغزارة في مثل هذه الانظمة من الحراثة والزراعة ، وعليه فقد اصبحت هذه الطريقة محدودة الاستخدام لمناطق ذات نسجة معينة خفيفة يخشى عليها من الانجراف مع الامطار الشديدة مع استخدام مبيدات الادغال للقضاء على النبات السابق .

الحراثة

هناك تعبير (tillage) ويقصد به عادة كافة العمليات المسؤولة عن تفكيك او تنعيم او قلب التربة السطحية للزراعة . ان عملية الحراثة (plowing) هي اهم عمليات (العزق) المارة الذكر التي تعني قلب وتفكيك التربة السطحية ، وبدونها لايمكن للنبات ان ينمو بصورة جيدة سيما في الترب المتوسطة والثقيلة النسجة وبذا نجد ان توصيات وزارة الزراعة العراقية هي الحراثة المتعامدة اي حراثة الارض مرتين ، الثانية عمودية على الاولى حتى تقلب جميع اجزاء الحقل ويتمكن النبات من اختراق جزيئات التربة والاستفادة من الماء والعناصر الموجودة فيها بصورة مثلى ، وحيث انه كما ذكرنا تكون حاجة البادرة الى مساحة محدودة للانبات واجتياز مرحلة الانبات اما بقية حياة النبات فهي بالذات تتعلق (بمرقد الجذر) وليس (بمرقد البذرة) ، وعليه لابد من التمييز بين عمليتي الحراثة والتنعيم واي منها تحتاج الى عناية اكبر وفي اية مرحلة ، وبذا نجد ان التاكيد الاكثر هو في ضمان الحراثة المناسبة لكافة اجزاء الحقل بصورة مقبولة ، اما التنعيم فان اجراءه يكفى الى الحد الذي يناسب تهيئة (مرقد البذرة) المناسب لانباتها .

الحراثة وعلاقتها ببقايا المحصول السابق

ان بقاء مخلفات المحصول السابق في التربة وقلبها بالحراثة يعمل على الجوانب الايجابية التالية :

١ ـ تمنع سطح التربة من الرص او الانضغاط الشديد نتيجة الري المتكرر او المطر وبذا فهي تساعد على تقليل التعرية والانجراف .

٢ ـ تمنع او تؤخر عملية جفاف التربة لانها تساعد على زيادة امتصاص الماء من قبل جذور النبات عن طريق تحسين خواص التربة الفيزياوية بزيادة السعة الحقلية للتربة .

٣ ــ تقلل من عملية انجراف التربة بالرياح سيما في المناطق المنحدرة او المناطق الرملية حيث يحصل الجفاف عند سطح التربة بسرعة .

٤ ــ تزيد من نشاط الاحياء الدقيقة في التربة وبذا فانها تحسن من خواصها الحيوية والكيمياوية والفيزياوية .

اما الجوانب السلبية لبقايا المحصول السابق فهي :

١ ــ تؤخر جفاف سطح التربة في الربيع وتقلل من درجة حرارتها مما تؤخر موعد الزراعة وكذلك الانبات .

٢ ــ تتعارض مع عمليات العزق او التنعيم سيما اذا كانت ذات اجزاء نباتية كبيرة وصلبة .

٣ ــ اذا كانت بقايا المحصول او النبات السابق حية مستمرة في النمو فلابد من مكافحتها باستخدام مبيدات الادغال .

٤ ــ قد يكون لبعض النباتات تأثير ضار على نمو المحصول (allelopathic) .

استخدام المحاريث

١ ــ المحراث القلاب (Moldboard plow)

من افضل المحاريث واكثرها كفاءة وشيوعاً لدى فلاحي العالم منذ عام ١٧٧٥ . تمتاز هذه المحاريث بفعاليتها في قلب سطح التربة الى العمق المناسب الذي يكون عادة بحدود ٢٠ ــ ٣٠ سم والذي تحتاجه معظم جذور المحاصيل التي تزرع على خطوط (rowdcrops) ومنها الذرة الصفراء . تقلب هذه المحاريث التربة مع بقايا المحصول وتقطعها اثناء سيرها كذلك ولو بنسبة معينة وتقلبها مما يسهل تحللها بسرعة . ينصح باستخدام المحاريث القلابة ذات السكين الطويلة اذا كانت الارض مدغلة بدرجة كبيرة او فيها نباتات ادغال معمرة . متعمقة الجذور حيث تجتثها من عمق مناسب وتسبب موتها اما المحاريث القلابة ذات السكين (السلاح) القيرة فانها تكون ذات كفاءة اكثر في قلب التربة من ذات السلاح الطويل وينصح باستخدامها للاراضي المتوسطة والخفيفة ذات الادغال القليلة والتي لا يراد تعميق الحراثة فيها الى اعماق كبيرة .

موسم الحراثة

تزرع الذرة الصفراء في العراق في موسمين الربيعي والخريفي وبذا فان الحراثة تكون مرة في كل موسم وتتسم الحراثة الخريفية (بعد حصاد العروة الخريفية) المبكرة بالسماح بزراعة العروة الربيعية مبكرا في اذار كما يمكن اجراء كافة عمليات التنعيم او تقسيم الحقل بدون احراج فيما يتعلق بقرب موعد الزراعة الربيعية ، وهذا دون شك يؤدي الى زيادة الحاصل كلما كانت الحراثة افضل . اما في الزراعة الخريفية في تموز فان الحراثة تكون سريعة في وقت حرج ويصعب عادة اجراؤها بصورة دقيقة كما هو الحال في العروة الربيعية (الحراثة الخريفية) سيما اذا زرع المحصول مرتين في نفس بقعة الارض ، اما المزارعون الذين يؤكدون على زراعة الذرة الصفراء مرة واحدة فقط (في العروة الخريفية) فيمكنهم الاعتناء بالحراثة بصورة جيدة سيما لدى ادراكهم قدرة المحصول العالية في الاستفادة في موسم النمو المناسب في الزراعة الخريفية في اعطاء حاصل اعلى من الزراعة الربيعية . يمكن القول ان انحدار (slope) التربة المناسب للزراعة هو عندما يكون بحدود ٣٪ للزراعة المنبسطة (بدون زراعة كونتورية) اما اذا كانت الارض ذات مرتفعات ويصعب تسويتها فيمكن الزراعة كونتوريا بانحدار يتراوح بين ٦ - ٧٪ .

٢ - المحراث الفجاج **(Chisel plow)**

يمتاز هذا المحراث باحتوائه على سلاح واحد منفرد يتعمق في التربة الى ٣٠ - ٤٥ سم وهو يستخدم في الترب ذات الادغال الكثيفة او ذات الطبقات الصماء لاجل تكسيرها والسماح بالماء بالنفوذ الى الجزيئات السفلى من سطح التربة . هذا المحراث يفكك جزيئات التربة ولايقلبها وبذا فهو يمتاز بسرعة عمله في تفكيك التربة . اذا قورن مع المحاريث الاخرى . ان بقايا المحصول السابق او نباتات الادغال تبقى عند سطح التربة عادة باستخدام هذا المحراث والذي ينصح باستخدامه عندما تكون التربة قليلة الرطوبة الى جافة ، اما اذا كانت عالية الرطوبة (موحلة) فان المحراث يشق نفقا في التربة فقط ويكون بدون فائدة . ان اهم استخدام لهذا المحراث هو لزيادة تسرب الماء في بعض الترب ذات تحت سطح تربة متصلب (ذات طبقة صماء في الطبقة التحتية للطبقة المنزرعة) .

٣ - المحراث القرصي **(Disk plow)**

يتكون هذا المحراث من قرص كبير يقوم بقلب التربة وتكسيرها وتبقى بقايا النباتات عادة عند سطح التربة ، وبذا يفضل استخدام هذا النوع من المحاريث في

المناطق الجافة لتقليل فقد الماء من سطح التربة . لايصلح هذا المحراث عادة عندما تكون التربة ذات ادغال كثيفة متشابكة الجذور لانه لايقلبها عادة .

٤ ـ المرازة ـ الزراعة (The lister-planter)

وهي ماكنة ضخمة تعمل على الحراثة والزراعة في نفس الوقت حيث فيها سكاكين تحرث التربة وترميها على الجانبين فتتكون مروز واطئة (اقل ارتفاعا من المروز المعروفة لدينا) ، وتتم الزراعة في بطن المرز بدلا من قمته وبذا ينمو النبات بصورة جيدة بسبب اختراق جذوره سطح التربة المفككة حول الجانبين ويمكن بعد وصول النبات مرحلة ٦ ـ ٨ اوراق تحويل المروز الى حالة معكوسة اي تصبح النباتات في وسط المرز مما يؤمن مرقد ممتاز لنمو الجذر والنبات . تعتبر هذه المكائن مناسبة تماما للزراعة في المناطق شبه الجافة (هذه المكائن غير شائعة في العراق) هناك مكائن اخرى من نفس النوع لكنها تزرع البذور في قمة المرز بدلا من القعر .

٢ ـ التنعيم (Disking)

ان عملية التنعيم (harrowing = disking) تعتبر من عمليات الحراثة الثانوية (secondary tillage) التي تهدف الى واحدة او اكثر من العمليات التالية

١ ـ ضغط التربة (اذا كانت خفيفة ومفككة لدرجة كبيرة يخشى عليها من الانجراف .

٢ ـ تفكيك التربة بصورة افضل اذا كانت عملية الحراثة لم تنجز هذه العملية بالصورة المطلوبة لجعل مرقد البذور مناسبا .

٣ ـ تكسير بعض الكتل المتبقية او دفعها الى خارج الحقل .

٤ ـ لقطع بقايا النباتات السابقة او نباتات الادغال وقتلها . هناك آلات عديدة تقوم بعملية التنعيم منها :

١ ـ الامشاط القرصية (Disk harrows)

تتكون الامشاط القرصية من مجموعة من الاقراص المقعرة توضع متعاكسة التقعر بين منظومة واخرى من الاقراص وهناك منها ماهو املس المحيط وماهو متعرج . تقوم الامشاط بقطع ودفع وتفكيك الطبقة السطحية من التربة لعمق يتراوح بين ٧ ـ ١٥ سم وذلك حسب كفاءة الاقراص المستخدمة ونسجة التربة

وحالتها من الرطوبة او الحراثة او وجود الادغال وبقايا المحصول السابق . ان احسن استفادة من استخدام الامشاط هي عندما تكون التربة محروثة بشكل جيد ، حيث تقوم الامشاط بتنعيم كتل التربة الى اجزاء صغيرة مناسبة لمرقد البذرة وهي مفيدة كذلك للترب ذات السطح الصلب حيث تفكك الطبقة السطحية الى عمق معين حسب حالة التربة . ان استخدام الامشاط بعد الحراثة في الترب المتوسطة والثقيلة يبدو وفي معظم الحالات امر ضروري لتهيئة المرقد المناسب للبذور والجذور اما في حالة كون التربة خالية من الكتل نسبيا كما هو الحال في الترب الخفيفة فربما يمكن اعتماد الامشاط لوحدها لتقوم بعملية تهييج سطح التربة دون حراثة ثم الزراعة بعد ذلك .

٢ ـ الامشاط النابضية spring-tooth harrows

تتكون هذه الامشاط من نوابض مقوسة مرنة تقوم بتفكيك سطح التربة وتكسير بعض الكتل حيث تتعمق الى ٦ ـ ١٠ سم ومن أهم مزاياها التي تختلف بها عن الامشاط القرصية هو انها تجمع بقايا نباتات المحصول السابق فوق سطح التربة وكذلك نباتات الادغال وفي هذه الحالة يمكن جمع تلك المخلفات النباتية ورميها خارج الحقل اما لحرقها او لتقديمها علفا للحيوان . هذا النوع من الامشاط هو افضل من الامشاط القرصية في التربة الحصوية او الحجرية حيث يمكن للنوابض من اجتياز مثل هذه العوارض دون ضرر عليها كما انها تقتلع الكبيرة منها وتجرها امامها حيث يمكن رميها خارج الحقل .

٣ ـ العازقات الدوارة Rotavators

تتكون من اقراص معقوفة النهاية تتحرك بسرعة عالية وتقوم بتكسير كتل التربة الناتجة من عملية الحراثة وتنعمها بدرجة كبيرة وهي افضل مايستخدم للتنعيم اذا كانت تربة الحقل بين المتوسطة والثقيلة وفيها رطوبة قليلة بحيث تجعل عمل الامشاط القرصية او النابضية صعبا . يمكن استخدام العازقات هذه كذلك في الترب الخفيفة للتعويض عن الحراثة حيث تتعمق في التربة بحدود ١٠ ـ ١٥ سم .

٤ ـ الامشاط الصلبة spike-tooth harrows

وهي عبارة عن مجموعة كبيرة من الاصابع الحديدية الصلبة (غير مرنة) تكون مستقيمة ـ مثبتة على شبكة حديدية مسطحة تتعمق هذه الاصابع الى عمق اقل

من بقية الامشاط وهي تصلح تماما لقتل بادرات الادغال التي تظهر فوق سطح التربة بعد الحراثة والتنعيم وكذلك في تفكيك الطبقة السطحية المتصلبة (قبل الزراعة) .

٥ ـ الاقراص الراصة **(Cultipackers)**

وهي مجموعة من الاقراص المدورة المتعرجة المحيط موضوعة الواحد جنب الاخر ملامسا له تماما فعندما تسير تقوم بتكسير كتل التربة ورصها ، وهي الآلة الوحيدة من هذا النوع التي تقوم بهاتين العمليتين في آن واحد وبذا فانها تصلح لرص الترب في الاراضي الخفيفة سواء قبل الزراعة او بعدها (حسب الحاجة) .

الحراثة التقليدية ضد الحراثة القليلة

تعتبر ولاية اوهايو الاميركية من اشهر مناطق انتاج الذرة الصفراء في العالم ، وتشير نتائج ابحاثها لتطوير زراعة الذرة الصفراء (حول الحراثة) منذ عام ١٩٣٨ ـ ١٩٤٦ ان تهيئة مرقد بذرة عند حفرة (جورة) زراعة الذرة يكون كافيا لانتاج حاصل جيد في ارض محروثة (Aldrich واخرون ، ١٩٧٥) كما طبقت الزراعة بالبادرة بعد الحراثة مباشرة (بدون تنعيم) في عام ١٩٤٦ ، وفي عام ١٩٥٦ تم تصميم بادرة مثبتة خلف المحراث تماما ليقوم الجرار في نفس الوقت بالحراثة والزراعة دون اية عملية اخرى . لقد اخذت فكرة الزراعة بالحد الادنى من العزق او بدون حراثة بالانتشار منذ اوائل ١٩٥٠ وطبقت من تلك الفترة حتى عام ١٩٦٠ ابحاث عديدة جداً حول هذا الموضوع وذلك لما لهذا الموضوع من اهمية بالغة في تقليص نفقات الانتاج والاسراع بانجاز العمليات الزراعية في الوقت الامثل . لقد كانت اهداف الزراعة بالحد الادنى من العزق وبدون عزق والتي اخذت الاصطلاحين (minimum tillage) و (zero tillage) هي :

١ ـ تقليل كلف الانتاج المزرعي عن طريق تقليل عمليات خدمة التربة .
٢ ـ لزيادة قابلية الارض على الاحتفاظ بالماء .
٣ ـ لتقليل رصّ التربة الشديد من جراء استخدام مكننة متعددة .
٤ ـ لتوفير الوقود المستخدمة في المكننة المذكورة .

كيف ومتى تنجح الزراعة بالعزق الادنى؟

في هذه الحالة لابد من اجراء عملية الحراثة، والعزق الادنى المقصود هنا هو عدم اجراء عملية التنعيم ولغرض ان تكون الزراعة ناجحة لمثل هذه الطريقة يجب ملاحظة مايلي :

أ ـ ان تكوبن تربة خط الزراعة محضرة بطريقة تكفي لتهيئة مرقد جيد للبذرة وتوفير الجهد هنا يكون بعدم اجراء التنعيم بين الخطوط اي تهيئة الخطوط فقط باية آلة مناسبة .

ب ـ ان تكون الحراثة جيدة بعمق مناسب وعدم وجود كتل كبيرة .

جـ ـ ينصح بالزراعة العميقة في مثل هذه الحالة (٨ ـ ١٢ سم مثلاً) لضمان رطوبة مناسبة للبذرة والبادرة الناتجة .

د ـ لايوجد ضمان بنجاح هذه الطريقة اذا كانت التربة طينية او مزيجة طينية (ثقيلة) الا اذا اتخذت تدابير معينة تضمن مرقداً جيداً للبذرة وهذا لا يحصل الا باستخدام التنعيم، وبذا نجد ان الحراثة لابد منها وكذلك التنعيم في الترب الثقيلة حتى نضمن حاصلاً جيداً من الذرة الصفراء .

طريقة احرث وازرع (plow-plant)

لقد تم التطرق الى هذه الطريقة وهي كما اسلفنا نوع من الزراعة بالحد الادنى من العزق، حيث تربط ماكنة البذار خلف المحراث وتجري العمليتان في نفس الوقت حيث تسقط البذور على خط الزراعة الذي تؤشره عجلة امام البادرة ثم تضغط في التربة لدفنها . تنجح هذه الطريقة في نفس الظروف التي مر ذكرها قبل قليل وبالاخص ان تكون التربة محروثة جيداً وذات كتل صغيرة والتربة غير ثقيلة .

طريقة العزق الشريطي strip-tillage

وهي ان تقوم ماكنة خاصة بعزق او قلب التربة على شكل شريط لخط الزراعة فقط اي دون تهييج التربة الواقعة بين خطوط الزراعة، وقد طبقت هذه الماكنة على ترب محروثة واخرى بدون حراثة لكنها لم تعط اية نتائج مقبولة في الانتاج .

الزراعة بدون عزق (zero tillage)

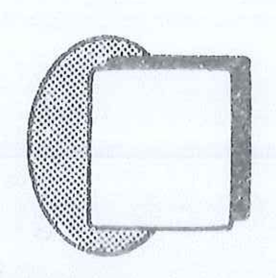
يوصي بهذه الطريقة في المناطق المنحدرة ذات الترب الخفيفة التي يخشى عليها من الانجراف نتيجة الامطار الشديدة تتم الزراعة بهذه الطريقة في الترب التي فيها بقايا المحصول السابق كالحنطة والشعير وغيرها وتستخدم الكيمياويات عادة لقتل بقية الادغال النامية مع المحصول السابق واهمها الباراكوات (paraquat) بالدرجة الاولى والكراموكسون (gramoxone) بالدرجة الثانية .

لقد صممت مكائن خاصة للزراعة بهذه الطريقة حيث تقوم بعزق شريط ضيق امام عجلة الزراعة ثم تسقط البذور عليه وتضغط بالعجلة الموضوعة لهذا الغرض . ان اهم مميزات هذه الطريقة هي اختزال العمل اللازم للحراثة والعزق الى درجة كبيرة وبذلك يعني تقليل الكلفة والوقود اللازم لذلك .
اهم عيوب هذه الطريقة :

١ ـ تجمع كمية كبيرة من بقايا النبات تجعل درجة الحرارة في التربة واطئة للانبات سيما بالنسبة للعروة الربيعية في العراق .
٢ ـ الحاجة الى استخدام اسمدة بكميات اكثر ، لان جذور النبات لا يمكنها الانتشار الى مساحات واعماق كبيرة للامتصاص بسبب عدم الحراثة .
٣ ـ ربما تكون من بين اهم مشاكل هذه الطريقة هي تكاثر الفئران والجرذان بدرجة كبيرة في الحقل فتقتات على الحبوب وتتلف نسبة عالية من المحاصيل مما يشكل خطراً على صحة الحيوان والانسان . انه لحد الان لا يمكن القول ان هذه الطريقة من الزراعة (بدون حراثة) هي البديل للزراعة التقليدية على الرغم من التجارب العديدة المطبقة حول هذا الموضوع وقد كان من بين اخر الدراسات المنشورة لحين اعداد هذه الدراسة هي التي قام بها Kaspar واخرون ، ١٩٨٧ باختبارهم اربعة هجن من الذرة الصفراء (منتجة خصيصاً للزراعة بدون حراثة) زرعت بمعاملات بدون حراثة وتمشيط التربة بالامشاط القرصية وحراثة بالمحراث القلاب ، وقد وجدوا ان حاصل الحبوب طن/ هكتار كان على التوالي (لمعدل سنتين) ٦,٩ ٧,٦ ٧,٧ طن/ هكتار ، كما انهم عللوا تفوق الحاصل في المعاملات المحروثة نتيجة زيادة تعمق وتفرع ووزن جذور النباتات . وقد اجريت دراسة في وسط العراق لمقارنة الحراثة التقليدية مع بدون حراثة باستخدام مبيد الاترازين في الحالتين فكان معدل حاصلها للموسمين الربيعي والخريف ١٣٨٥ و ١٣٤٤ كغم/ هكتار على التوالي ، بينما اعطت الزراعة بدون حراثة وبدون المبيد ٣٨٦ كغم/ هـ (علي واخرون ، ١٩٨٧) .

أثر عمق الحراثة على حاصل الذرة الصفراء

تتباين تأثيرات المحاريث واعماق الحراثة في زيادة حاصل الذرة الصفراء حسب نوع التربة (نسجتها)، فقد وجد Hobbs واخرون ١٩٦١ ، ان الحراثة بالمحراث الحفار لمرتين قد زادت من نفاذية التربة للماء بالمقارنة مع الحراثة لمرة واحدة لكنها قلما زادت من الحاصل في التربة المزيجية والرملية الناعمة بينما وجد Polijo ، ١٩٧٢ ان زيادة عمق الحراثة بمقدار ١٥ سم من (٢٠ ـــ ٣٥ سم) قد زاد معدل حاصل الحبوب في الذرة الصفراء بمعدل ٤٨٥ كغم/ هـ ، كما اكد كل من Kang و Yunusa ، ١٩٧٧ ، ان حركة الفسفور في مقد التربة كانت اقل في الحراثة بعمق ١٠ سم منها في الحراثة بعمق ١٥ سم، كما وجد Hakimi واخرون ، ١٩٧٣ غزارة اكبر لنمو الجذور في التربة المحروثة بصورة عميقة مقارنة بالحراثة التقليدية او بدون حراثة . ان الحراثة التقليدية في معظم الترب المتوسطة والثقيلة في العالم تحرث عادة بعمق ١٠ ـــ ٢٠ سم (Costamagna) واخرون ، ١٩٨٢) . وقد وجد في دراسة حقلية في العراق ان حاصل الذرة الصفراء في العروة الربيعية قد ازداد من ٣,٦ طن/ هـ الى ٦,٤ طن/ هـ لدى الزراعة بعمق (٥ ـــ ١٠ سم و (٢٥ ـــ ٣٠ سم) على التوالي، وفي هجين اخر اعطت نفس معاملة الحراثة بعمق قليل المذكورة حاصلاً قدره ٧,٨ طن/ هـ مقارنة بالحراثة العميقة (٢٥ ـــ ٣٠ سم) التي اعطت ١١,٣٠ طن/ هـ مما يوضح التأثير العالي لعمق الحراثة في زيادة حاصل الذرة الصفراء والذي تسبب بصورة رئيسية حسبما اوضحته الدراسة من زيادة نشاط نمو الجذر الذي ترتبت عليه زيادة الامتصاص والمساحة الورقية وبالتالي حاصل الحبوب (Elmaeni و Elsahookie ١٩٨٧) .



الفصل الرابع

الزراعة

موعد الزراعة

ان موعدي الزراعة الموصى بهما في العراق هما في منتصف آذار ومنتصف تموز للعروتين الربيعية والخريفية ، على التوالي. وقد اكدت تقارير وتوصيات وزارة الزراعة العراقية على ضرورة اعتماد هذين الموعدين في زراعة هذا المحصول لقد اوضحت الدراسات المطابقة حول مواعيد الزراعة ان التأخير في الزراعة عن موعد منتصف آذار (إلى اوائل نيسان مثلا او منتصفه) قد ادى الى خفض حاصل الحبوب وقد وجد ان الزراعة المبكرة (خلال النصف الاول من اذار الى منتصفه) تعطي نباتات ذات جذور اكبر واعمق وفترة اطول من الاستطالة حتى التزهير مما يجعله يعطي حاصلا اعلى ومن الجدير بالذكر ان الزراعة المبكرة (في اوائل اذار) تسبب فشل بعض البذور في الانبات في حالة انخفاض درجة الحرارة عن الحد المناسب للانبات والبزوغ ، وبذا ينصح لمثل تلك الحالة زيادة كمية البذار بمعدل ١٠٪ عن الحد المقرر سواء كان الحساب على اساس الوزن او على اساس الكثافة النباتية ، اما لو تاخرت الزراعة الى نيسان فان النباتات تزهر في فترة شديدة الحرارة مما يسبب عدم اخصاب نسبة عالية من البويضات فتتكون عرانيص غير مكتملة الحبوب . تعطي دائما الزراعة الخريفية في العراق حاصلا اعلى بكثير من الزراعة الربيعية ، واذا تاخرت الزراعة الربيعية عن منتصف تموز (الى آب مثلا) فان ذلك في الواقع لايؤدي الى خفض حاصل النبات او حاصل وحدة المساحة انما ينخفض عائد وحدة المساحة بسبب تاخر النضج بما يتناسب مع التاخير في الزراعة فتسقط الامطار والحاصل مازال قائما في الحقل مما يسبب تساقط بعض العرانيص واصابة العديد منها بالفطريات اضافة الى انبات بعض بذورها وهي مازالت على النبات ، كما ان التجفيف عملية صعبة جدا في هذه العروة ، الامر

الذي يدعو الى ضرورة التقيد بموعد الزراعة للحصول على افضل النتائج . ان التبكير في الزراعة الخريفية يؤدي الى التزهير المبكر والنباتات مازالت صغيرة الحجم لعدم اكتمال نموها الفسيولوجي الطبيعي فتعطي النباتات حاصلا اقل لهذا السبب وبسبب التزهير في فترة شهر آب (اذا زرعت في اوائل تموز) مما يؤدي الى موت نسبة عالية من حبوب اللقاح وانخفاض نسبة الخصب . لقد اشار Elsahookie ، ١٩٨٢ ان معدل درجة الحرارة اثناء التزهير في العروة الخريفية في ظروف منطقة ابي غريب كان ٤٢° م واقصى درجة حرارة كانت ٤٨° م بينما في العروة الربيعية كانت في نفس الفترة (فترة التزهير) بمعدل ٣٨° م واقصى درجة حرارة كانت ٤٢° م مع رطوبة نسبية في الجو بمعدل ٢٣٪ و ٢٨٪ للعروتين ، على التوالي . ان ذلك يوضح لنا الفرق بين درجات الحرارة بين فترتي التزهير في العروتين ومدى احتمال تأثيرها مع الرطوبة النسبية على حيوية حبوب اللقاح وحدوث الاخصاب . وقد اوضحت ابحاث الشماع وبكتاش (١٩٧٧) ان افضل موعد للزراعة الربيعية في وسط العراق هو منتصف نيسان والخريفية منتصف تموز ، بينما وجد جميل واليونس (١٩٨٦) ان افضل موعد للزراعة الربيعية كان في ١٠ آذار والخريفية ٣٠ تموز ، بينما في شمال العراق (محطة تازة) كان الموعد المفضل هو اوائل تموز (بكتاش ومزعل ١٩٨٥) .

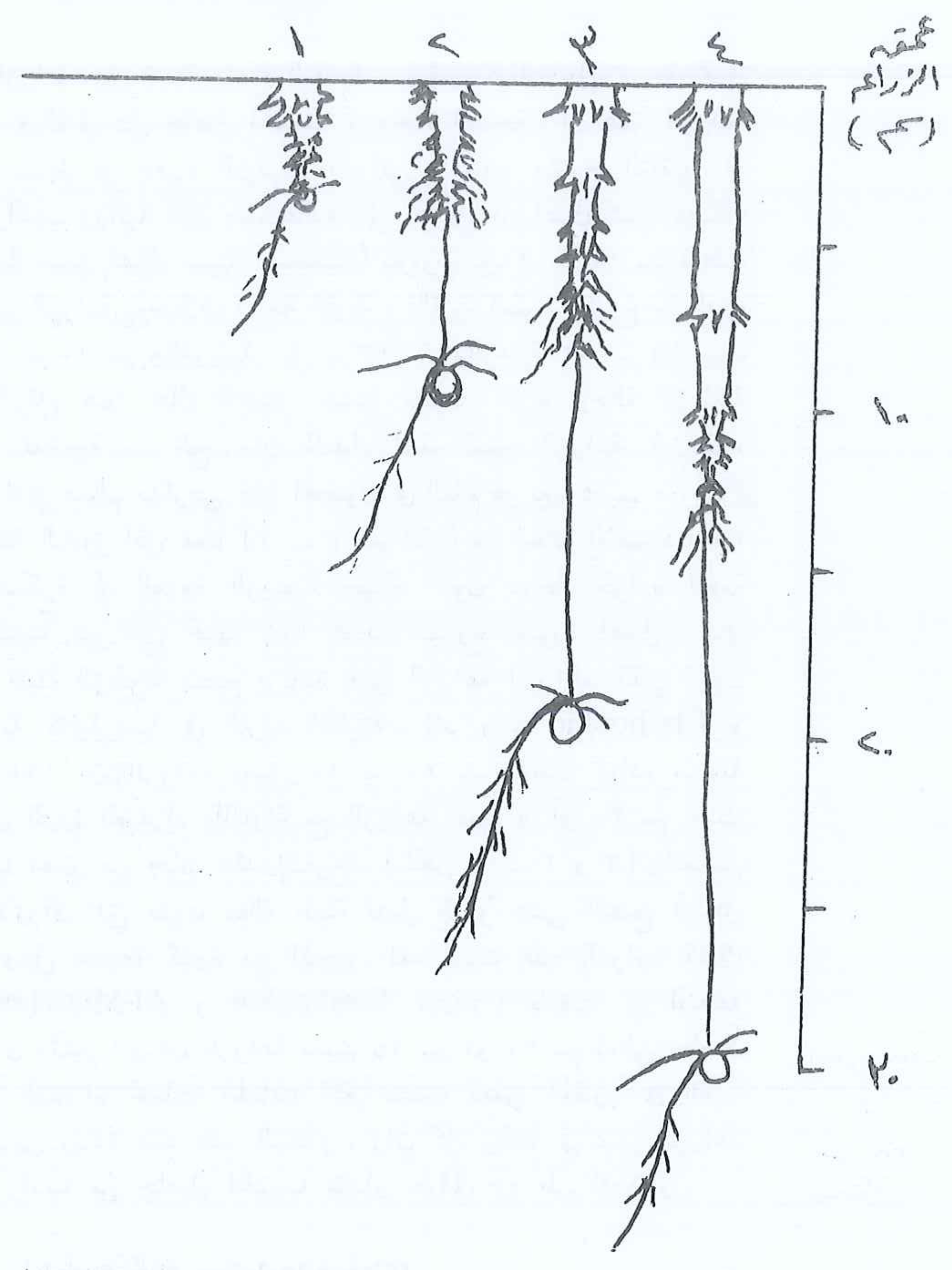
ان درجة حرارة الجو ودرجة حرارة التربة هما اللذان يحددان موعد الزراعة في العروة الربيعية في العراق . ان بذور الذرة الصفراء لاتنبت عادة اذا كانت درجة الحرارة أقل من ١٠ م لكنها تنبت بسرعة اذا كانت بحدود ١٣ — ١٥° م ، وعادة يكون الانبات بطيئا اذا كانت درجة الحرارة بحدود ١٠° م . ان الاعتماد على درجات الحرارة التي تسمع من المذياع او تقراء في الصحف لايكفي لمثل هذه الحالة لان الفرق بين درجة حرارة الجو ودرجة حرارة التربة يؤثر تاثيراً هاماً ، فمثلا قد تكون درجة حرارة الهواء حوالي ١٠° م ولكن درجة حرارة التربة قد تكون ١٥° م عند منتصف النهار في تربة عادية من الغطاء النباتي في يوم صحو ، وعلى العكس قد تكون درجة حرارة الجو ١٥° م وتكون درجة حرارة التربة ١٠° م في نفس الفترة اذا كانت التربة مغطاة ببقايا النباتات السابقة . ان ضبط درجة الحرارة للزراعة امر لايمكن الاعتماد عليه بمفرده بل يجب ان تكون تلك الحرارة عند فترة موعد الزراعة الموصى بها .

عمق الزراعة (depth of planting)

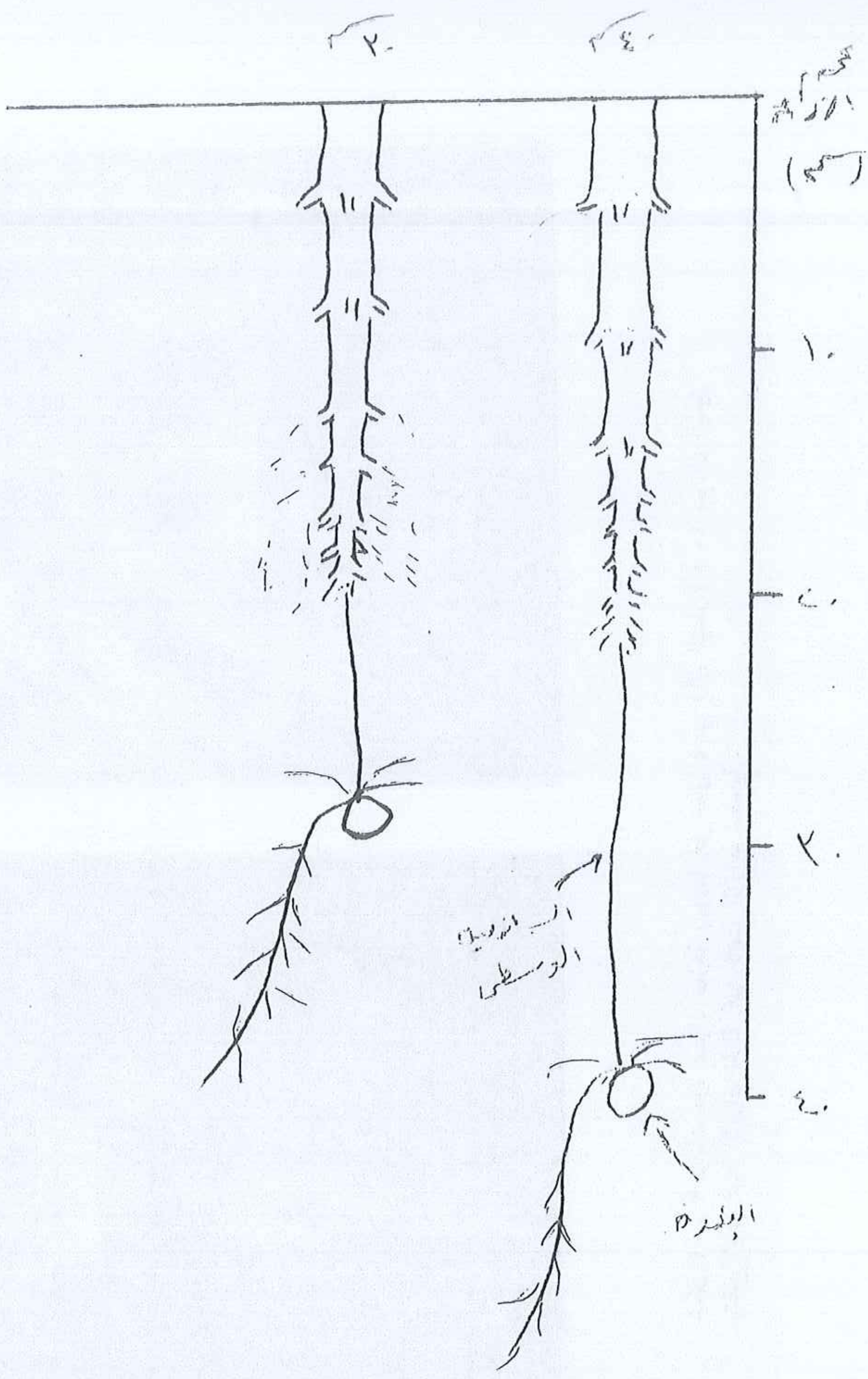
يؤثر عمق الزراعة على نسبة بزوغ البادرات ويؤثر كذلك على درجة تحمل البادرة للجفاف ، وبالتالي على حاصل الحبوب في وحدة المساحة . ان عمق الزراعة يختلف باختلاف نشاط نمو بادرة التركيب الوراثي (صنف مفتوح التلقيح او هجين) فهناك تراكيب وراثية تمتاز بقوة عالية على البزوغ من اعماق كبيرة وهناك تراكيب تبزغ فقط ضمن اعماق معينة (سطحية) تتراوح بين ٥ - ١٠ سم فقط . يختلف كذلك عمق الزراعة باختلاف نسجة التربة ، فالتربة الطينية تزرع بها الذرة الصفراء بعمق ٨ - ١٠ سم والغرينية ١٠ - ١٢ سم والرملية ١٢ - ١٥ سم ، ولو ان هذه الارقام فيها مجال للتغيير حسب طبيعة التربة وحالة الرطوبة واحتوائها المادة العضوية ... الخ . ان المعدل العام لعمق الزراعة في الذرة الصفراء الشائع لدى معظم مزارعي هذا المحصول في العالم هو بين ٥ - ١٠ سم ينصح عادة بزراعة البذور اقل عمقاً (١ - ٢ سم اقل) من الحالة الاعتيادية اذا زرعت البذور مبكرة في العروة الربيعية حيث تكون درجة حرارة التربة السطحية اعلى نسبياً من التي تحتها وبذا يحدث البزوغ بصورة افضل . لدى الزراعة في تربة قليلة الرطوبة ينصح بزيادة عمق الزراعة الى الحد الذي تكون فيه نسبة الرطوبة كافية سيما في الترب الخفيفة . لقد وجد Elsahookie و Wassom ، ١٩٨٤ ان الزراعة بعمق ١٠ - ٢٠ سم اعطت زيادة معنوية واضحة في حاصل الذرة الصفراء بالمقارنة مع الزراعة بعمق ٥ أو ٣٠ سم حيث كانت الجذور فيها اعمق من حيث عقد التفرع ، (شكل ٤ - ١ و ٢) وانعكس ذلك على عدد الاوراق التي بقيت فعالة طيلة فصل النمو حتى النضج (شكل ٤ - ٣ و ٤) وعلى مجموعة كبيرة من الهجن . لقد ايدت هذه الدراسة كذلك نتائج حديثة (Al-Muttalibi و Elsahookie ١٩٨٨) طبقت في المنطقة الوسطى من العراق وتشير الى ان الزراعة بعمق ١٥ سم او ٢٠ سم تعطي حاصلاً اعلى وان الذرة الصفراء تحملت الجفاف اكثر بسبب تعمق الجذور في التربة وانتشارها عن طريق زيادة عدد عقد التجذر ، وان كل زيادة في عمق الزراعة بمقدار سم واحد زادت من حاصل الحبوب بمقدار حوالي $\frac{1}{3}$ طن للهكتار .

تقويم الزراعة (Calandarizing the crop)

ان (تقويم) مواعيد زراعة الذرة الصفراء من الجوانب الهامة والاساسية لزراعة الذرة الصفراء في مساحات واسعة ، فمثلاً في مزرعة مساحتها خمسة الاف مشارة يراد زراعتها بالذرة الصفراء عادة المزارع النشيط يزرع اكثر من تركيب



شكل ٤ ـ ١ . طريقة توزيع عقد التجذر على جذور نباتات احد هجن الذرة الصفراء **K 731 x Oh7B** المزروعة على اعماق ٥ و ١٠ و ٢٠ و ٣٠ سم لكل من ١ و ٢ و ٣ و ٤ ، على التوالي . كان افضل توزيع للجذر هو للنباتات المزروعة على عمق ٢٠ سم حيث امتدت على عمق ٨ ـ ١٠ سم ، وكان اعمق التجذر للمزروعة على عمق ٣٠ سم حيث وصلت لغاية ١٢ ـ ١٥ سم لكنها لم تعط اعلى حاصل . كان المجموع الجذري للنباتات المزروعة على عمق ٢٠ سم متركزاً في العمق ١٥ سم العلوي من سطح التربة لذا فانه يشير الى امكانية استخدام هذا العمق في مقاييس الرطوبة في دراسات المقنن المائي .



شكل ٤ ـ ٢ . توزيع عقد التجذر لنباتات مزروعة بعمق ٣٠ سم (الى اليسار) و ٤٠ سم (الى اليمين) لهجين الذرة الصفراء $P_8 \times K_{12}$ يلاحظ انه كلما ازداد عمق الزراعة عن ٢٠ سم كلما ازداد ابتعاد الجذور التاجية عن سطح التربة اكثر من الزيادة في الاعماق ١٠,٥ سم نسبة الى عمق الزراعة ، كما ان هذا الهجين كانت جذوره اكثر تعمقاً لدى زراعته بعمق ٢٠ سم بالمقارنة مع الهجين المزروع بنفس العمق في شكل ٤ ـ ١ . ان نمو وانتشار الجذور على العقد السفلية للجذر بصورة جيدة لهو اهم مميزات الجذر الفعال وهي (الجذور) لاتنمو عادة بصورة مثلى عند السطح (٥ ـ ١٠ سم) لكنها تنمو افضل في الافق ١٠ ـ ٢٠ سم كما ان امتداد الجذير وتشعبه له دور هام في مقاومة الجفاف .





شكل ٤ ــ ٣ نباتات ذرة صفراء موزعة بذورها على عمق ٥ سم (الى اليسار) و ١٠ سم الى اليمين. يتضح زيادة عدد الاوراق الجافة كلما كانت الزراعة سطحية.





شكل ٤ ـ ٤ نباتات ذرة صفراء مزروعة بذورها على عمق ٢٠ سم (الى اليسار) و ٣٠ سم (الى اليمين) ، لاحظ انعدام وجود اوراق جافة في النباتات المزروعة بذورها بعمق ٢٠ سم مقارنة مع الشكل السابق ، كما ان عدم وجود استجابة في النباتات المزروعة بعمق ٣٠ سم يتضح من ظهور جفاف بعض الاوراق بسبب عدم تنفس الجذور بصورة جيدة لهذا العمق .

وراثي حتى لو حصلت اصابة حشرية او مرضية لاتغطي على كافة الحقل ، هذا بالاضافة الى مواصفات صناعية معينة لبعض الاصناف او الهجن ، فهناك ذرة تصلح لانتاج الطحين واخرى لصناعة الرقائق (Cornflakes) واخرى لانتاج النشأ او السكر ... الخ ، وهذه التراكيب تختلف في مواعيد نضجها وبذا لابد من (برمجة) مواعيد الزراعة حسب مواعيد الحصاد التي نتوقعها لهذه التراكيب وبصورة لاتتجاوز الموعد الموصى به للمحصول . لو ان الحقل كله يزرع بصنف واحد فان الموضوع يكون اسهل ، حيث تزرع مثلا كل الف مشارة في الايام الثلاثة الاولى وهكذا ، وعند الحصاد نبداء بالعمل في القطعة التي زرعت اولاً ، اما المساحات الاكبر فيستخدم لها نفس الاساس لكنها تحتاج استعدادت اكثر من المكننة والايدي الفنية ، هذا ويجب في هذا المجال زراعة التراكيب المبكرة اولاً (في حالة وجود اكثر من تركيب) حتى تبقى مبكرة في الحصاد ولاتتداخل مع نضج التراكيب الاخرى ، كما ان الاستعدادات في المزرعة لزراعة محاصيل اخرى يمكن ان تدخل ضمن هذا البرنامج التقويمي لضمان عمل منظم وحاصل افضل .

الكثافة النباتية : (plant population density)

مازالت بعض التعابير التعليمية او الارشادية توصي بزراعة عدد معين من المحصول بالوزن (كغم) في وحدة المساحة ، وهذه التوصية تصبح فقط على المحاصيل التي تزرع سرباً في خطوط كالحنطة والشعير او نثراً كمحاصيل العلف ، اما المحاصيل التي تزرع في خطوط (row crops) مثل القطن والذرة الصفراء والباقلاء فانه من الاجدر التوجيه بزراعتها باعتماد مبداء الكثافة النباتية والتي يقصد بها عدد النباتات (لاعدد البذور او وزنها) اللازمة في وحدة المساحة لانتاج افضل حاصل . ان استخدام تعبير الكثافة النباتية اضمن لأنه لايتأثر بحجم البذرة للصنف ، فلو قلنا مثلاً بزرع البذرة الذرة الصفراء بمقدار ١٠ كغم للمشارة فقد يكون الهجين ذا بذور صغيرة فتكون كثافته عالية ولايعطي حاصلاً مرضياً او قد تكون بذوره كبيرة جداً فيقل عدد النباتات في وحدة المساحة وبالتالي يكون حاصله في وحدة المساحة غير مقبول كذلك ، وبذا نجد ان تعبير الكثافة النباتية افضل من الوزن الا في حالة تثبيت صنف معين يزرع في المنطقة على مدى عدة سنين ويكون حجمه الخضري معروفاً وكذلك حجم بذوره فيمكن حينئذ التوصية بزراعته بالكمية بدلاً من العدد .

قبل ان يشيع استخدام الاسمدة الكيمياوية بكثرة في دول العالم (قبل عام ١٩٥٠) كانت الكثافة النباتية في الذرة الصفراء هي بحدود ٢٥ ــ ٣٠ الف نبات/ هـ ، ولدى شيوع استخدام الاسمدة وتعويض التربة بصورة جيدة عن خصوبتها التي قد تكون فقدتها مع انتاج هجن جديدة اصبح المزارع يزرع في الولايات المتحدة مثلاً معدلات ٤٠ الف نبات/ هـ . ولما تحسنت وسائل الانتاج بصورة اكثر من عناصر سمادية ومواد مكافحة الادغال وهجن متباينة في حجم النبات وفترة النضج اصبحت اليوم الكثافة النباتية السائدة هي بين ٦٠ ــ ٦٥ الف نبات٪ هـ . لقد اوضحت نتائج ابحاث Elsahookie و Wassom ١٩٨٤ ان حاصل الحبوب للذرة الصفراء ينخفض بزيادة الكثافة النباتية الى مابين ٧٥ ــ ٩٠ الف نبات/ هـ حيث تبداء النباتات باعطاء سيقان ضعيفة عارية من العرانيص (barreness) كما ان مقاومتها للاضطجاع يقل . ان التوصيات اليوم في العراق هي بزراعة كثافة بين ٦٠ ــ ٧٠ الف نبات/هـ ولو قدرنا ان ١٠ ٪ من البذور تفشل او ان بعض النباتات تصاب بحفار الساق فان النسبة الباقية تعتبر مثلى لاعطاء حاصل عال من الحبوب . لقد اشار Aldrich واخرون ، ١٩٧٥ الى ان الكثافة النباتية من الذرة الصفراء لانتاج السايلج يمكن ان تزداد ١٠ ٪ عما هو عليه لانتاج الحبوب ، اما في حالة الزراعة لغرض العلف الاخضر فقد اشاروا الى زراعة كثافة بين $\frac{١}{٣}$ الى $\frac{١}{٢}$ مليون نبات/ هـ . ان خصوبة التربة ونسجتها وحالة الرطوبة المتوفرة وموعد الزراعة له علاقة كبيرة بالكثافة النباتية . هذا وقد اشارت دراسات مزعل (١٩٨٤) المطبقة وسط العراق ان الكثافات النباتية المناسبة لعدة تراكيب من الذرة الصفراء تراوحت بين ٥٣ ــ ٨٩ ألف نبات/ هـ بينما وجد موسى والبونس (١٩٨٧) ان هذه الكثافة كانت ٨٠ ألف نبات وهي تتفق مع التوصيات في اعلاه .

مسافات الزراعة : (row spacing)

تشير دراسات عديدة عن زراعة الذرة الصفراء قديماً سيما في الولايات المتحدة الى انه كان الهنود الاميركان يزرعون الذرة الصفراء على مسافات مترين بين الخطوط وعلى حفر فيها عدة نباتات . لقد استخدمت مثل هذه الطريقة نسبياً في الولايات المتحدة كذلك ولكن بهدف حماية محصول آخر يزرع مع الذرة الصفراء مثل فول الصويا اي ان الذرة الصفراء تزرع كمحصول حماية (Nursecrop) لمحصول فول الصويا الا ان هذه الطريقة اثبتت عدم كفائتها حيث كانت تزرع على

خطوط بمسافة ١ – ١,٥ متر بينها . إن المسافة التي تطبق اليوم بين الخطوط لزراعة الذرة الصفراء هي بحدود ٦٥ – ٧٥ سم حيث تعطي حاصلاً وفيراً . لقد اكدت الدراسات الحديثة ان الزراعة على خطوط ضيقة تعطي زيادة في الحاصل بحدود ١٠ – ١٥٪ في الاقل عن تلك المزروعة على ٧٥ سم حيث ان الزراعة على خطوط ضيقة (بحدود ٤٠ سم) يؤدي الى توزيع افضل للنباتات بحيث تعطي مساحة ورقية اكثر (في وحدة المساحة) مما يجعلها تستفيد من الاشعة الشمسية اكثر وبذا يكون مقدار حاصلها من الحبوب اعلى . ان الزراعة على خطوط ضيقة يحتاج الى عمل اكثر اي جهد اكبر وذلك بسبب زيادة عدد الخطوط المزروعة في وحدة المساحة التي تكلف عملاً اكثر في الزراعة والتسميد والمكافحة والحصاد . في الزراعة الضيقة تكون المسافات بين النباتات مقاربة او مساوية الى المسافات بين الخطوط وهي افضل حالة للانتاج سيما اذا لم يوجد مبرر او حاجة الى اختراق المكننة للحقل لتسير بين الخطوط في اية مرحلة من مراحل نمو المحصول . ان الآلات الشائعة اليوم والمستخدمة للتمريز بعد اضافة الدفعة الثانية من السماد النايتروجيني تعمل بعرض ٦٥ سم ويمكن انتاج آلات تسير بعرض اقل فيما لو تغيرت انماط الزراعة .

مكائن الزراعة : (Corn planters)

هناك تصاميم عديدة من مكائن الزراعة (Planters) تختلف باختلاف الاقراص الخاصة باسقاط البذور وطريقة حركتها ، وعلى اي حال فان الماكنة يجب ان تضبط وتعير قبل استخدامها حيث ان لكل ماكنة تعليمات خاصة بها ، يجب معرفتها جيداً كي يمكن استخدامها بدقة وكفاءة . ان المكائن الشائعة يمكن ان تزرع ٤٦٤٦٠ بذرة في الهكتار الواحد في كل ساعة اذا سارت بسرعة ٤,٨ كم/ساعة واذا سارت بسرعة ٨ كم/ ساعة فانها تزرع حوالي ٤٣٠٠٠ بذرة في الهكتار وهكذا نجد ان زيادة سرعة الماكنة تؤدي الى قلة الكثافة النباتية المزروعة في وحدة المساحة .

كيفية تعيير الماكنة :

توضع علامة في الحقل (نقطة معينة) تنطلق منها الماكنة (مربوطة على جرار) وتسير لمسافة معينة (٥٣ متراً مثلاً) ثم تضبط هذه المسافة بساعة دقيقة لحساب الثواني اللازمة لذلك حيث تسقط الحبوب على الارض لحسابها اي اننا لا ندع

ان الخبرة المتراكمة في هذا المجال لهي افضل طريقة لضبط الكثافة النباتية والتي تاتي عن طريق حساب بذور الكيلو غرام الواحد من البذور وتدقيق كم زرعت الماكنة في مساحة معينة من الوزن الموضوع في خزانها واعادة ضبط الحسابات ان ظهر هناك خلل حيث ان الكيلو غرام الواحد يختلف في عدد البذور من هجين لاخر ومن تركيب وراثي لاخر ، كما ان حساب النباتات البازغة بعد اسبوعين من الزراعة في وحدة المساحة لهي كذلك اساسية لمعرفة مقدار الفقد في البذور غير النباتية او المصابة ببعض الامراض او الحشرات ثم تسجيل هذه المعلومات في سجل لعدة سنوات حتى تصبح زراعة وزن معين من بذور هجين ماتعطي رقما حقيقيا تماما في عدد النباتات البازغة وكذلك يمكن حتى حساب عدد العرانيص في وحدة المساحة ثم الحاصل النهائي عند رطوبة معينة وهكذا .

الزراعة تتم على ارض محروثة بل ارض صلبة بحيث يمكن رؤية الحبوب وحسابها ، وبذا يمكن اختيار القرص المناسب لاسقاط العـدد المناسب من البذور في تلك المسافة (٥٣ متراً) ، وباعتماد كمية البذار المطلوبة وتعييرها على الماكنة وبالاستعانة بالجدول الآتي يمكن ضبط الماكنة للحصول على الكثافة النباتية اللازمة (جدول ٤ ــ ١) .

جدول ٤ ــ ١ عدد البذور اللازم حسابها للحصول على الكثافة المطلوبة وتحتها المسافة بين بذرة واخرى ضمن الخط الواحد (سم) وحسب كثافة الزراعة المطلوبة .

المسافة بين الخطوط / سم	مسافة السياقة (متر)	الكثافة النباتية التي يتم الحصول عليها (نبات/ هـ)			
		٤٩٤٢٠	٥٤٣٦٢	٥٩٣٠٤	٦٩١٨٨
٥١	٣٩,٨	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٤٠
		٣٩,٨	٣٦,٢	٣٣,ـ	٢٨,٤
٧٦	٢٦,٧	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٤٠
		٢٦,٧	٣٤,٣	٢٢,١	١٩,١
٩١	٢٢,٢	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٤٠
		٢٢,٢	٢١,٨	١٨,٥	١٥,٧
٩٧	٢٠,٩	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٤٠
	....	٢٠,٩	١٩,ـ	١٧,٥	١٥,ـ

طريقة الزراعة (methed of planting)

X تزرع الذرة الصفراء بشكل عام على خطوط ثم تحول الى مروز عندما تكون النباتات بارتفاع ٢٠ ـ ٣٠ سم حيث ان الزراعة في خطوط اسهل باستخدام الماكنة ، حيث تتحرك في ارض مستوية ولاتوجد عقبات تؤدي الى اعطاب الماكنة X كما ان اضافة الجرعة الثانية من النايتروجين يفيدها قلب التربة فوقها وبذا يلجاء معظم مزارعوا الذرة الصفراء الى اجراء عملية التمريز على النباتات المزروعة في خطوط عندما تضاف الدفعة الثانية من النايتروجين وبارتفاع النبات الذي تمت الاشارة اليه قبل قليل ، حيث يخلط السماد مع التربة حول النباتات المزروعة من جهة وتقلع نباتات الادغال التي تكون قد نمت خلال هذه الفترة على الرغم من مكافحة الادغال بالاترازين قبل الزراعة (pre-emergence) والذي يضاف عادة بمقدار ٤ كغم مادة تجارية للهكتار تذاب في ٢٠٠ لتر من الماء (والتي تختلف باختلاف نوع المضخات حيث تعطي بعض المضخات جزيئات ماء صغيرة جدا بينما مضخات اخرى تعطي جزيئات ماء كبيرة) . ان الفائدة الثالثة لعملية التمريز في هذه المرحلة هي تقليل المساحة المروية بالماء ، فبدلا من ري كافة المساحة بالماء يتم ري القنوات بين المروز فقط .

X اما الطريقة الثانية للزراعة والتي هي قليلة الاستعمال فهي الزراعة على مروز وهذه لها حالات خاصة لاستخدامها :

١ ـ عندما تكون الارض مدغلة جداً ، تزرع النباتات على مروز حيث لايصل الماء الى قمة المرز وبذا تكون نباتات المحصول اقل منافسة من قبل الادغال النامية حولها فتنمو بصورة افضل .

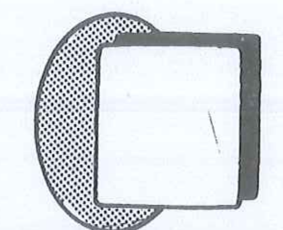
٢ ـ عندما تكون الارض ملحية وغير جيدة الصرف ، تساعد المروز في هذه الحالة (حيث تكون تربتها متفككة) على غسل الاملاح منها بصورة اسرع فتنمو النباتات افضل على ان تزرع البذور عند موقع منخفض من خط الماء على المرز حيث تتجمع عنده الاملاح الصاعدة الى الاعلى نتيجة التبخر والخاصية الشعرية .

٣ ـ تستخدم المروز احيانا لحفظ الماء في المناطق الديمية في العالم حيث تتم الزراعة في بطن المروز وليست على قمته حيث يتجمع ماء اكثر فتنمو النباتات أفضل

٤ ـ عندما تكون التربة خفيفة الى متوسطة يمكن عمل مروز والزراعة عليها لمدة سنتين او ثلاث بدون حراثة على ان يتم تنعيم سطح التربة بالامشاط

القرصية لتقطيع وقلب بقايا النباتات من الموسم السابق ، وتفضل عادة المروز الواسعة ١,٥ ـ ٢ م حيث تزرع من الجانبين ولا تكون مرتفعة كي يمكن اللالات السير عليها لاجراء عمليات التنعيم والزراعة لاحقا في المواسم المقبلة .لم تثبت هذه الطريقة نجاحاً اذا ماقورنت مع الزراعة التقليدية وقد استخدمت في بعض الولايات الامريكية في الخمسينات ثم اهملت .

لقد اشارت الدراسة التي قام بها في العراق Elmaeni و Elsahookie ، ١٩٨٧ الى ان الزراعة في خطوط قد تشابهت الزراعة في مروز فاعطت في المروة الربيعية باستخدام الهجين (XL-395) حاصلا من الحبوب قدره ٤,٣ طن/ هكتار لكل من الطريقتين بينما اعطت ٥,٨ طن/ هـ في نفس المروة باستخدام الزراعة في خطوط ثم تحويلها الى مروز اما في المروة الربيعية وباستخدام الصنف التركيبي الشائع في العراق نيلم (Neelum) فقد اعطت ٩,٢ طن/ هـ لكل من الطريقتين الخطوط والمروز بينما اعطت ١٠,٣ طن/ هـ باستخدام الخطوط ثم تحويلها الى مروز ، وبذا نجد ان الزراعة في خطوط ثم تحويلها الى مروز بعد اضافة الدفعة الثانية من السماد لها فوائد ايجابية عديدة تؤدي دون ادنى شك الى زيادة الحاصل ، علماً ان هذه الطريقة في الزراعة تصلح وتتبع لكافة المحاصيل التي تزرع على خطوط (row crops) . وقد توصل كذلك مزعل وبكتاش (١٩٨٤) الى ان طريقتي الزراعة على مروز او خطوط لم تعط فروقاً معنوية في الحاصل طبقت في شمال العراق في محطة ابحاث تازة .



الفصل الخامس

التسميد

تعتبر عملية التسميد للحصول على غلة عالية من العوامل الهامة التي تتطلب معرفة شاملة بنوعية السماد وكيفية امتصاصه وحركته في التربة والنبات ونوع التربة والعائدات الاقتصادية الناتجة من التسميد ومتى وكيف وكم يستخدم من السماد مع متابعة نمو المحصول خلال الموسم لتفحص ظهور بعض اعراض نقص العناصر ومحاولة اضافتها اذا كان ذلك ضروريا ولناخذ بعض الجوانب ذات الاهمية في عملية التسميد :

تحليل ونسبة السماد : (Analysis and ratio)

يقصد بتحليل السماد (grade=analysis) نسبة العنصر السمادي في السماد المستعمل ، فاذا قلنا ان السماد المركب هو ١٠ : ٢٠ : ١٠ (N-P-K) فذلك يعني ان هذا السماد يحوي ١٠ ٪ نايتروجين و ٢٠ ٪ P_2O_5 و ١٠ ٪ K_2O ، اما نسبته (ratio) فهي ١ : ٢ : ١ وهي عملية نسبة بسيطة كما يفهم منها . ان اتجاها حديثا ظهر في الابحاث خاصة وكذلك في النشرات الزراعية العالمية يميل نحو استخدام تعبير العنصر (element) بدلا من تعبير الاكاسيد المشار اليها وذلك لاعطاء الحالة الدقيقة لتركيب السماد ، فالسماد الذي ذكرناه (١٠ : ٢٠ : ١٠) سوف يحوي على هذا الاساس ٨,٣ : ٨,٧ : ١٠ لكل من N- P-K على اساس العنصر . ان عنصر النايتروجين يحويه السماد دائما على صورة عنصر (N) واضح النسبة فنقول ان في سلفات الامونيوم ٢١ ٪ نايتروجين وفي اليوريا ٤٦ ٪ نايتروجين وهكذا ، الا انه بالنسبة لعنصري البوتاسيوم والفسفرر لابد من تحويل نسبتيهما في السماد الى عنصر K اوP حسب السماد وكما يلي :

$$\% \, P = \% \, P_2O_5 \times 0.43$$
$$\text{or } \% \, P_2O_5 = \% \, P \times 2.29$$
$$\% \, K = \% \, K_2O \times 0.83$$
$$\text{or } \% \, K_2O = \% \, K \times 1.2$$

هناك انواع اخرى من الاسمدة تعتبر ذات نوعية عالية (premium grade) وهي عادة تحوي على عناصر ثانوية اضافة الى العناصر الرئيسية كما انها تعطي السماد بشكل حبيبات اكثر تجانسا من الانواع الاخرى وتدخل عنصر النايتروجين في السماد باعتماد اكثر من مصدر اي استخدام النترات والكبريتات واليوريا مثلا بكميات متباينة في آن واحد . ان تحديد اهمية هذا النوع من الاسمدة لايمكن التوصية به واعتماده (لانه عادة يباع باسعار اكثر) الا بمعرفة تحليل التربة وحاجة ذلك المحصول . ان مسك التربة للعناصر وبالاخص النايتروجين الذي هو لسرعها ذوبانا واكثرها فقداً يعتمد على عدة عوامل ربما اهمها السعة التبادلية للتربة ، فاذا احتوت التربة على نسبة اعلى من الطين والمادة العضوية فانها تمسك نسبة اعلى من السماد ، كما ان حالة الرطوبة في التربة وعمق الاضافة وطريقة الاضافة وعوامل اخرى لها علاقة كذلك بمقدار مسك جزيئات التربة بالعنصر .

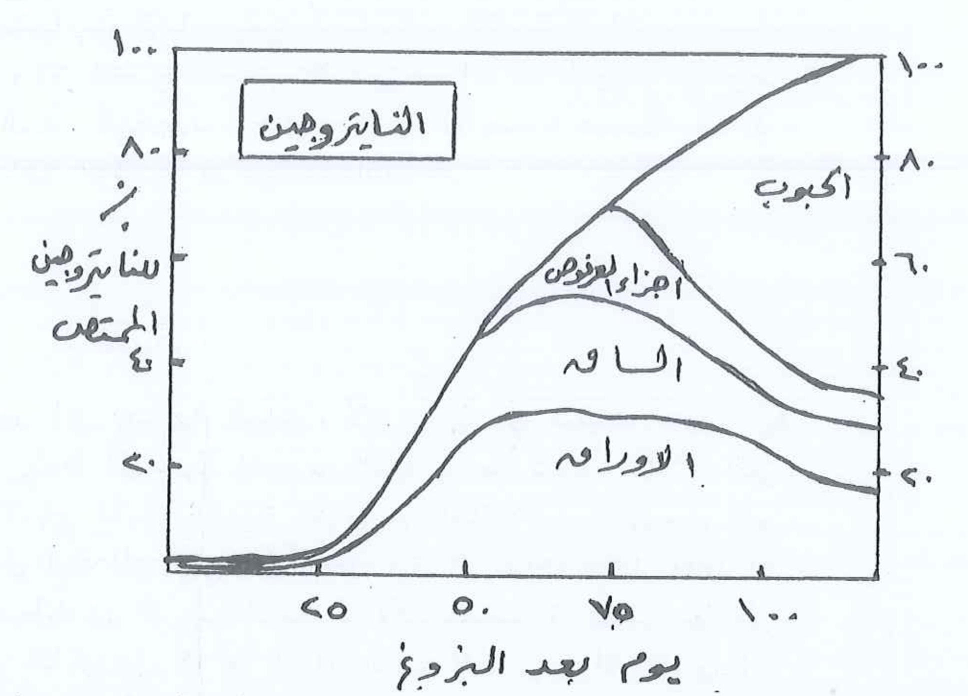
العناصر الرئيسية والثانوية :

يمكن ان تقسم العناصر الاساسية (essential elements) التي يحتاجها النبات لاكمال دورة حياته الى ثلاث مجاميع ، الاولى وهي العناصر الرئيسية (primary macro elements) وهي النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم) والثانية هي العناصر الثانوية secondary elements وهي الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت والثالثة هي العناصر النادرة (micro (trace) elements) وهي البورون والكلور والنحاس والحديد والمنغنيز والموليبدينوم والزنك ، هذه العناصر كلها ياخذها النبات من التربة ، اما العناصر التي ياخذ من الهواء فهي الكاربون والاوكسجين ومن الماء الهايدروجين وهي تقع ضمن المجموعة الاولى لان النبات يحتاجها بكميات كبيرة . ان اضافة العناصر المذكورة تؤدي الى زيادة الحاصل وتحسين النوعية للمحصول وهي تشجع على اعطاء حاصل اعلى من النمو الخضري الامر الذي يؤدي الى زيادة نسبة المادة العضوية في التربة التي بدورها تحسن العديد من خواص التربة الكيمياوية والفيزياوية والحيوية . ان المقصود بالعنصر الرئيسي هو الذي يحتاجه النبات بكمية كبيرة اما العنصر الثانوي او النادر فهو ليس بثانوي في الاهمية انما

في الكمية التي يحتاجها منه النبات وهي جميعا بنفس الاهمية للنبات من حيث اكمال دورة حياته ، لان المقصود بالعنصر الاساسي هو انه اذا لم يتوفر في محيط النبات ابدا فان النبات لايمكنه ان يكمل دورة حياته بصورة طبيعية . فيما يلي ايضاح لاهمية العناصر الرئيسية في حياة النبات .

النايتروجين :

هو اهم العناصر التي يحتاجها النبات ، لانه يدخل في عمليات عديدة في العمليات الفسلجية اضافة الى سهولة فقده من التربة بدرجة كبيرة ، كما انه اكثر العناصر كلفة في الانتاج لحاجته الشديدة الى مصدر للطاقة تحول نايتروجين الجو الى نترات . يوجد في طبقة الهواء من النايتروجين فوق كل مساحة هكتار واحد ما يعادل اكثر من ٨٢ طناً غير ان هذه الكمية لا يمكن للنبات ان يحصل منها على اي جزء يذكر من النايتروجين كما هو الحال بالنسبة للكاربون والاوكسجين ان الصورة التي يستفيد النبات منها من النايتروجين هي في حالة نترات (NO_3^-) اضافة الى انه يمكن ان يمتص جزءاً من النايتروجين على شكل امونيوم (NH_4^+) . يمتص نبات الذرة الصفراء معظم النايتروجين على صورة نترات حيث يتحول اي شكل غيره يضاف الى التربة الى هذه الصورة . من الامور الهامة التي تجعل عنصر النايتروجين اكثر استهلاكاً من غيرة من العناصر من قبل النبات هو استمرارية امتصاصه طيلة مراحل نمو النبات (شكل ٥ ــ ١) .
ان بعضاً من مصادر النايتروجين ومواصفاتها موضحة في جدول ٥ ــ ١ .



شكل ٥ ـ ١ مخطط يوضح امتصاص النايتروجين وتوزيعه على اجزاء نبات الذرة الصفراء حسب مراحل النمو والجزء النباتي .

جدول ٥ ـ ١ بعض مصادر الاسمدة النايتروجينية وخواصها

السماد	النايتروجين ٪	الصيغة الكيمياوية	ملاحظات
الامونيا اللامائية	٨٢	NH_3	تحتاج ضغطاً عالياً لحقنها في التربة وخزنها فيه محاذير
المائية	٢١	NH_4OH (في الماء	غير قابلة للفقد من التربة ولا تحتاج ضغطاً عالياً للحقن
نترات الامونيوم	٣٣,٥	NH_4No_3	يمكن نثرها فوق التربة او دفنها بجانب خط الزراعة والنترات جاهزة للامتصاص فيها .
سلفات الامونيوم	٢٠,٥	$(NH_4)_2SO_4$	مناسبة للارض القلوية بسبب مفعولها الحامضي
اليوريا	٤٥ـ٤٦	$CO(NH_2)_2$	تحتاج بضعة ايام حتى تتحول الى نترات أو امونيوم (ذات اثر قاعدي يتحول الى حامض مع الوقت .
محلول النايتروجين	٣٣	يوريا في محلول نترات الامونيوم	لا يحتاج ضغطاً عالياً للحقن ويمكن رشه على السطح .

هذا ومن الجدير بالذكر ان النايتروجين بحالة الامونيوم يبقى مؤقتا ملتصقا بسطوح معدن الطين حتى يتحول الى نترات بفعل الكائنات الدقيقة في التربة فيصبح قابلاً للانتقال بين جزيئات التربة بفعل الماء المنساب بين جزيئاتها ، وبذا نجد ان حركة النايتروجين في التربة مرتبطة بدرجة كبيرة بوجود الماء فاذا علمنا ان كل/ سم واحد من ماء الري يرطب التربة (المزيجية الغرينية) بمعدل ٤ - ٦ سم والتربة المزيجية الرملية بمعدل ١٢ - ٣٠سم ، فان النترات تتحرك في التربة بدرجة كبيرة بوجود الماء ، فاذا سقطت امطار بمعدل ١٠ سم او رويت التربة بهذا المعدل (وهو معدل مقبول لعمق الري الاعتيادي) فان النترات يمكن ان تنزل في عمق/ التربة لمسافة ٤٠ - ٥٠ سم كمعدل عام لترب مختلفة وهو عمق مناسب لجذور الذرة الصفراء التي تتوغل في التربة لعمق اكثر من ١٥٠ سم في ظروف النمو الجيدة وقد يصل هذا العمق الى مترين في الترب الجيدة الصرف ذات ظروف النمو الملائمة للمحصول. ان توصيات الدراسات المختلفة تؤكد افضلية استخدام الاسمدة النايتروجينية بسكل امونيوم لانها اقل فقدا من غيرها ، اما بخصوص تفاعلها القلوى الخفيف في التربة بعد اضافتها فان اهميته محدودة لان هذا التفاعل سوف يتغير الى حامضي بعد عدة ايام من اضافة السماد وذلك بمجرد تحول الامونيوم الى نترات. ان تحول الامونيوم الى نترات له علاقة مباشرة بدرجة حرارة التربة ، وتعتبر درجة ١٠° م مناسبة جدا لتحويل الامونيوم الى نترات ولو ان الاحياء الدقيقة المسؤولة عن عملية النترجة (nitrification) تعمل حتى عند درجة حرارة الصفر المئوي ولكن بنشاط اقل. تعاني النباتات الصغيرة النامية حديثا من نقص النايتروجين في الترب التي تقلب فيها بقايا المحصول السابق (من الذرة الصفراء بما في ذلك الجذور والاوراق والسيقان) وذلك بسبب زيادة نشاط الاحياء الدقيقة باستهلاكها النايتروجين الموجود في الاجزاء النباتية وعادة تبني هذه الاحياء اجسامها من النايتروجين والكاربون (جزء واحد نايتروجين لكل ٨ - ١٢ جزء كاربون) حتى اذا استهلكت كافة الاجزاء النباتية ماتت هذه الاحياء وعاد النايتروجين منها مرة ثانية الى التربة ليمتصه النبات النامي. لقد وجد ان كل طن من بقايا نبات الذرة الصفراء المقلوب في التربة يعطي بعد تحلله حوالي ٤٠ - ٥٠ كغم مادة عضوية والجزء الباقي يتحول الى ثاني اوكسيد الكاربون (بعد التحلل) والماء. تزداد حاجة النبات النامي الى النايتروجين في الترب التي تقلب فيها بقايا المحصول السابق وتبقى هذه الحاجة لعدة اسابيع سيما اذا كان محتوى الاجزاء النباتية من النايتروجين اقل من ١٪ (تتراوح نسبة النتروجين في الاجزاء النباتية المقلوبة في التربة من الذرة الصفراء بين ٠,٧٥٪ - ١,٧٪) ، وبذا فانه لغرض الاسراع في تحليل هذه البقايا النباتية يوصى بأضافة السماد النايتروجيني بكمية اكبر تناسب تلك التربة وكمية البقايا النباتية المقلوبة

فيها . ينصح عادة اضافة نايتروجين بمعدل لايقل عن ٨ كغم لكل طن من البقايا النباتية . ان حساب النايتروجين على اساس حاصل الارض من حبوب الذرة الصفراء اساس علمي دقيق ، فمثلا ينصح باضافة النايتروجين (كسماد للمحصول المزروع وهو الذرة الصفراء) بمعدل ١٨ ٪ من الحاصل فمثلا لو كان معدل حاصل الذرة الصفراء من الحبوب ١٠ طن/ هكتار فان كمية النايتروجين التي يجب ان تضاف كسماد الى التربة هي ١٨٠ كغم/ هكتار ، وهكذا ، ولسوف نرى ان هذا الاساس العلمي ينطبق بدرجة عالية مع توصيات بعض الدراسات السمادية المطبقة في العراق على محصول الذرة الصفراء .

ان الظروف البيئية لاتمام عملية النترجة هي توفر درجة الحرارة اللازمة (كما اسلفنا بحدود ١٠° م فاكثر) وتهوية جيدة (الاوكسجين) وبرطوبة مناسبة (التربة غير مبتلة) وابتلال التربة هو غير رطوبتها فالتربة المثلة فيها رطوبة عالية تعرقل التهوية ، اما التربة الرطبة فهي حالة التربة في الرطوبة الاقل من المبتلة والمناسبة للتهوية لنمو وتكاثر الاحياء الدقيقة (بكتريا النترجة) ، والعامل الرابع هو تفاعل التربة ، فاذا كانت التربة شديدة الحموضة فذلك لايساعد على عملية النترجة ، وبذا نجد ان البعض يضيف كمية جيدة من السماد النتروجين لكن يزيد من الري فتبقى ارض الحقل مبتلة فيقل وجود الاوكسجين وتتحول النترات بصورة معكوسة الى نايتروجين (N_2) و (N_2O) وهما غازان يفقدان من التربة الى الهواء بسهولة وهذه

$$\text{Nitrification} \quad : NH_3 \rightarrow NH_4 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$$

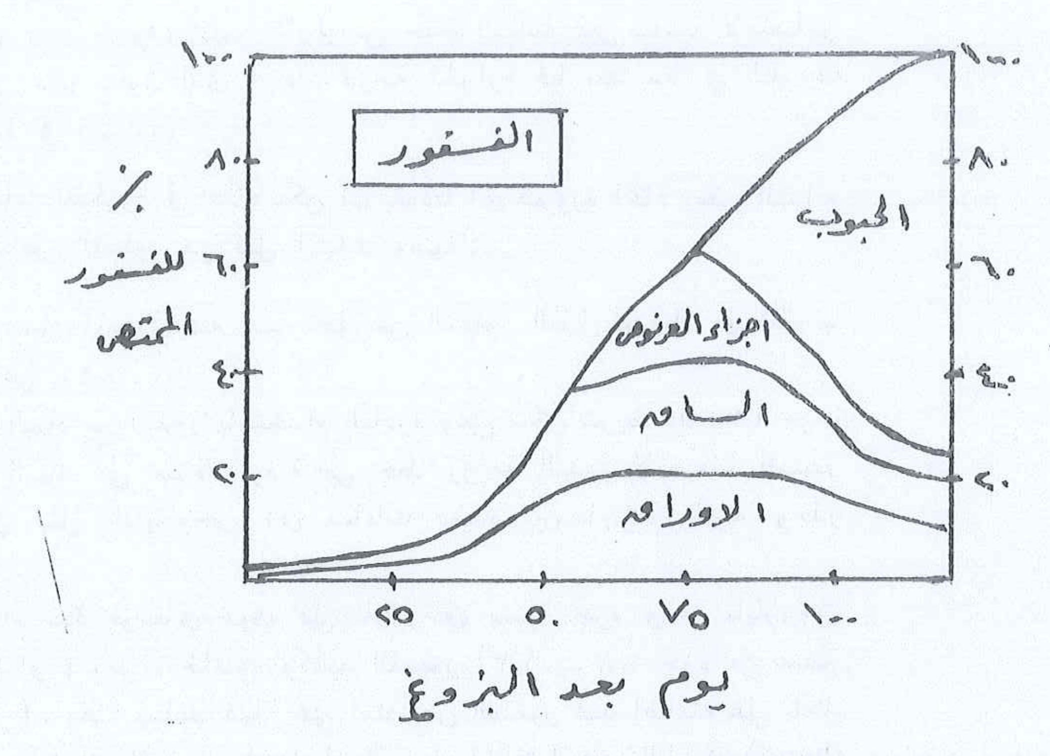
$$\text{denitrification} : NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$$

العملية تسمى وبذا نجد ان عملية التهوية اساسية وهي تتم طبعاً بتحسين عملية الحراثة والتنعيم ، وهذا يعني ان الزراعة بدون حراثة في هذه الحالة سوف تحتاج الى ٢٠ ـ ٣٠ ٪ نايتروجين اكثر للتسميد بسبب عدم اتمام عملية النترجة بشكل جيد في ظروف هذه الطريقة من الزراعة لقلة التهوية .

الفسفور :

ان كمية عنصر الفسفور في النبات هي اقل من عنصري النايتروجين والبوتاسيوم غير ان اهميته للنبات مساوية لاهمية العنصرين المذكورين . ان عنصر الفسفور لايغسل من التربة بسهولة وتبقى كميات منه في التربة سيما اذا علمنا ان

السماد الفوسفاتي عندما يضاف الى التربة لايمتص النبات منه في السنة الاولى اكثر من ١٥ ـ ٢٠٪ ، (شكل ٥ ـ ٢) ،



شكل ٥ ـ ٢ امتصاص وتوزيع عنصر الفسفور في اجزاء نبات الذرة الصفراء حسب الجزء ومرحلة النمو .

امتصاص الفسفور من قبل النبات :

يمتص النبات عنصر الفسفور اما على شكل H_2PO_4 او HPO_4 وكميات قليلة منه تمتص على شكل عضوي بعد موت الكائنات الدقيقة . اذا ظهرت اعراض نقص الفسفور على النبات فأنها تظهر عادةقبل ان تكون النباتات بارتفاع ٥٠ ـ ٦٠ سم وذلك للاسباب التالية : ـ

١ ـ لان النبات يحتاج الفسفور في مراحل نموه الاولى اكثر من مراحل نموه الاخيرة عند نهاية موسم النمو ، وعادة تكون هذه الكمية موجودة في التربة تكفي حاجة النبات لتلك المرحلة .

٢ ـ ان قدرة جذر النبات الفتي لم تكتمل بعد الامتصاص كل مايحتاج النبات من الفسفور .
٣ ـ تكون عادة ظروف النمو الاولى من حياة النبات غير مناسبة لامتصاص الفسفور مثلما يكون لدى ارتفاع درجة الحرارة فيما بعد سيما في الظروف الربيعية في العراق .

ان الاسباب المذكورة في اعلاه يمكن ان تقودنا الى ضرورة اتخاذ بعض التدابير لتسهيل امتصاص الفسفور من قبل النبات ومنها :

١ ـ اختيار سماد فوسفاتي فيه نسبة اعلى من الفسفور القابل للذوبان في الماء بما لايقل عن ٥٠٪ .
٢ ـ اضافة السماد مع البذور باستخدام البادرة وعلى شكل شريط (band) حيث يكون السماد على مسافة قريبة من خط زراعة البذور لان هذا العنصر لاينتقل مثل النايتروجين الى مسافات بعيدة بين اجزاء التربة وجذر النبات .
٣ ـ استخدام سماد فوسفاتي يحوي على نايتروجين بنسبة جزء واحد نايتروجين لكل ٣ او ٤ اجزاء خامس اوكسيد الفسفور (١,٣ ـ ١,٨ جزء من عنصر الفسفور) ، وهذا يساعد كثيرا على امتصاص الفسفور عند اضافته على شكل شريط علما بانه لاينصح باستخدام اليوريا باضافتها هذه الطريقة (band) لانها تطلق غاز الامونيا (NH_3) وتؤدي جذر النبات بدرجة كبيرة ، وبذا يمكن القول انه من الافضل والانسب اقتصاديا اضافة كميات مناسبة من الفسفور على شكل شريط مجاور لخط الزراعة بدلا من اضافته كميات منه كبيرة بطريقة النثر (broadcast) .

الاسمدة الفوسفاتية :

من المعروف ان مصدر الفسفور هو صخر الفوسفات (phosphate.rocks) والتي بدون معاملتها بالحامض او الحرارة العالية لايكون الفسفور فيها جاهزاً (available) للنبات . تحدد جاهزية عنصر الفسفور للنبات عادة بكمية الفسفور الذائبة في الماء مضافاً لذلك الكمية القابلة للذوبان في المحلول المعياري من خلات الامونيوم . من الضروري جداً تحويل صخر الفوسفات الى جزيئات صغيرة لتكسير اواصر الابيتايت (apatite) ، ويستخدم في ذلك عادة كما ذكرنا الحرارة العالية

بالتيار الكهربائي او المعاملة بالحامض كي يكون عنصر الفسفور جاهزاً للامتصاص من قبل النبات عندما يكون قريباً من جذور النبات في ماء التربة . ان الاسمدة الفوسفاتية على عدة اشكال تذكر بعضاً منها :

حامض الفسفوريك $(H_3 po_4)$

يحوي هذا المركب على ٥٤٪ من خامس اوكسيد الفسفور المساوي الى ٢٣٪ من عنصر الفسفور ، وهذا ينتج من معاملة صخر الفوسفات بحامض الكبريتيك وازالة الجبس الناتج وتكثيف السائل بالتبخير الحراري لزيادة تركيز عنصر الفسفور . ان نسب عنصر الفسفور في هذا المستحضر تختلف عادة باختلاف طريقة التحضير فقد تكون نسبة الفسفور (العنصر)(٣٠,٥٪ اذا عومل صخر الفوسفات بالحرارة والحامض ١ و ٣١,٤٪ اذا عومل بالطريقة الحامضية المبتلة علماً ان هذا المركب بشكليه الاعتيادي والمركز غير مستخدم في العراق وفي العديد من دول العالم الثالث .

السوبر فوسفات الثلاثي (Treble or Triple superphosphate)

يحوي هذا السماد على نسبة عالية من خامس اوكسيد الفسفور (٤٥ ــ ٤٧٪) وبما يعادل ١٩,٦ ــ ٢٠,٥٪ من عنصر الفسفور وهذا السماد هو الاكثر شيوعاً من الاسمدة الفوسفاتية الاخرى. وفي الجدول التالي مواصفات لبعض الاسمدة الفوسفاتية .

جدول ٥ ــ ٢ بعض الاسمدة الفوسفاتية ومميزاتها

السماد	صيغته الكيمياوية	نسبة خامس اوكسيد الفسفور	نسبة عنصر الفسفور	نسبة عنصر الفسفور الذائب في الماء
١ . السوبر فوسفات الاحادي	$Ca(H_2PO_4)_2$	١٦ ــ ٢٢	٧ ــ ٩,٦	٧٨ ،
٢ . السوبر فوسفات الاحادي (المسمى بالثلاثي)	$Ca(H_2PO_4)_2$	٤٥ ــ ٤٧	١٩,٦ــ٢٠,٥	٨٤ ،
٣ . فوسفات الامونيوم	$NH_4H_2PO_4$	٤٨	٢١	١٠٠
٤ . فوسفات الامونيوم الثنائي	$(NH_4)_2HPO_4$	٤٦	٢٠	١٠٠

هذا وان السمادين الثالث والرابع يمكن الحصول منهما على تراكيز اعلى من الفسفور اذا اختلفت طريقة التحضير كما انهما يحتويان على عنصر النايتروجين اضافة الى عنصر الفسفور . اما الفرق بين السوبرفوسفات الاحادي والاحادي المسمى بالثلاثي (وهو الشائع في العراق) فان الاول ينتج من تفاعل حامض الكبريتيك مع صخر الفوسفات بينما الثاني من معاملة صخر الفوسفات بحامض الفسفوريك . وكلاهما نفس الصيغة .

حركة الفسفور :

لدى اضافة الفسفور الى التربة يبقى في موضعه لفترة وجيزة دون انتقال حيث ان انتقاله في التربة اقل بكثير من النايتروجين والبوتاسيوم . لقد اشارت بعض الدراسات الى انه لم تكن هناك كمية متزايدة من الفسفور على عمق ٥٠ سم في التربة بعد خمسين عاماً من استمرار اضافة الفسفور في الطبقة المحروثة من التربة وهذا يعود الى تثبيت (fixation) الفسفور على سطوح جزيئات التربة . ان جذور النبات لا يمكنها الاستفادة من الفسفور المثبت مثلما تستفيد من الفسفور المضاف حديثاً الى التربة بسبب تكون جذور جديدة خارج المنطقة المثبت عليها الفسفور ، وقد وجد الباحث **Barber** من جامعة **Purdue** الامريكية ان جذور الذرة الصفراء في الطبقة العليا من التربة (١٥ سم) تصل حدها الاقصى في النمو عد ٨ يوماً من الزراعة وبعدها تبدأ بالتدهور . لقد ذكرنا ان النبات يمتص في الموسم الاول من الفسفور المضاف ما يقارب ١٥ ــ ٢٠٪ فقط ويبقى الباقي ٨٠ ــ ٨٥٪ في التربة . لدى اضافة الفسفور الى التربة ينحل في ماء التربة خلال اليوم الاول ولغاية ثلاثة ايام ويتحول الى مركبات اخرى غير قابلة للذوبان وبذا تكون استفادة النبات من العنصر محدودة لهذا السبب ولسبب اخر هام هو محدودية انتقال الفسفور حيث يمكن ان يتحرك في دائرة نصف قطرها لايتجاوز ١,٥ ــ ٢ سم بعد حوالي اسبوع من اضافته الى التربة . لغرض زيادة استفادة النبات من الفسفور (المخزون) في التربة عن طريق تثبيته لاد من حراثة وتنعيم التربة بصورة جيدة وقلب المخلفات النباتية فيها وتهويتها وعدم تركها متشبعة بالماء ، ومن الجدير بالذكر ان تفاعل التربة له اثر كبير على ذوبان وجاهزية الفسفور ، حيث يكون ذوبانه وجاهزيته عالية اذا كان تفاعل التربة بحدود (٩) اي شديدة القلوية كما انه يكون كذلك (عالي الجاهزية) اذا كانت التربة ذات تفاعل متعادل او حامضي خفيف (بين ٦ الى ٧) بينما تكون جاهزيته واطئة اذا كان تفاعل التربة بحدود (٨) او (٤ ــ ٥) ، وبذا يكون معظم الفسفور (مربوطاً) الى جزيئات التربة اذا كانت بتفاعل يقارب (٨) حيث يتحد مع مركبات الكالسيوم ، وماكثر هذه

الظاهرة في الترب العراقية لارتفاع نسبة الكلس فيها مما يحتم اضافة بعض محسنات التربة لتقليل تفاعلها وايصالها الى حالة التعادل او اقل كما اوضحنا .

تأثير احياء التربة على جاهزية الفسفور :

لجاهزية الفسفور علاقة مع احياء التربة المجهرية مثلما الجاهزية النايتروجين ، حيث انه (الفسفور) يدخل في تركيب النبات وكذلك احياء التربة وبذا فانه لدى تحلل بقايا النبات السابق بفعل احياء التربة وموت احياء التربة بعد ذلك يكون الفسفور جاهزاً مرة اخرى للنبات النامي . لقد وجد انه في الترب ذات الغطاء النباتي من الحشائش تراوح فيها مقدار الفسفور العضوي بحدود ٤٠ – ٥٠٪ من مجموع فسفور التربة وهذه الكمية يمكن للنبات ان يستفيد منها بمعدل ١٥ – ٢٠٪ اما الباقي فيبقى في (خزين) الفسفور في التربة للسنوات المقبلة حيث يتفاعل هذا الفسفور (العضوي) مع عناصر او مركبات اخرى مكوناً مركبات غير قابلة للامتصاص مثل الحديد والالمنيوم والكالسيوم والمنغنيز . ان سيقان الذرة الصفراء وقش المرانيص (الاغلفة) تحوي نسبة قليلة من الفسفور وبذا فانه لدى قلبها مع التربة تحدث نقصاً في الفسفور تماماً مثل نقص النايتروجين الذي يحدث بسبب قلب هذه الاجزاء في التربة وذلك بسبب استهلاك هذا العنصر من الاجزاء النباتية من قبل احياء التربة . تختلف بقايا النباتات البقولية والسماد الحيواني في قابليتها على التحلل واعطاء الفسفور الجاهز للنبات من سيقان الذرة الصفراء وذلك لسببين اولهما لأنها تحوي نسبة اعلى من الفسفور وثانيهما لأنها اسرع في التحلل بسبب عدم احتوائها على اغلفة او حزم وعائية معقدة التركيب (كأن تحوي نسبة عالية من اللكنين والسيبورين) وبذا فانه يجب عدم الاستغراب اذا اضيفت كميات كبيرة من السماد الفسفوري الى تربة الحقل المزروع سابقاً بالبقوليات ولم تحدث استجابة للفسفور المضاف في حاصل المحصول المزروع .

عوامل التربة المؤثرة على جاهزية الفسفور :

هناك اربعة عوامل رئيسية تؤثر على جاهزية الفسفور في التربة تمت الاشارة الى البعض منها وهي :

١ ـ درجة تفاعل التربة (PH) : ان افضل تفاعل تربة يضمن اعلى جاهزية للفسفور هو بين ٥,٥ ـ ٧ سواء كان ذلك لصور الفسفور العضوية او غير العضوية (الكيمياوية) .

٢ ـ كمية المادة العضوية في التربة التي قد تحوي كلما اسلفنا بحدود ٢ / ١ كمية فسفور التربة على شكل خزين في التربة يمكن الاستفادة منه في حالة تحسين ظروف التربة من رطوبة مناسبة وتهوية جيدة .

٣ ـ عمق وانتشار وحجم المجموع الجذري وساحة الشعيرات الجذرية للنبات كلما ازدادت يزداد معها امتصاص الفسفور من التربة حيث انه كلما ازدادت المساحة السطحية للشعيرات الجذرية الموجودة على جذر النبات كلما ازداد التصاقها مع محتوى الفسفور في التربة وزيادة امتصاصه من قبل النبات .

٤ ـ شكل حبيات تحت التربة (Subsoil) : اذا كانت جزيئات التربة التحتية التي يتخللها الجذر ذات كتل كبيرة فان جذر النبات سوف يستفيد من الفسفور الموجود على سطوحها فقط وبذا فان تكسير الكتل الى جزيئات صغيرة حبيبية صغيرة يضمن تهوية افضل ويزيد من مساحة جزيئات التربة الملاصقة للشعيرات الجذرية للنبات مما يزيد من نسبة امتصاص العنصر .

بعض التوصيات حول طرق اضافة الفسفور :

ان النقطة الهامة في هذا الموضوع التي نود الاشارة اليها في اختيار السماد الفوسفاتي المناسب هي مايتعلق بنسبة الفسفور الذائي في الماء لان هذه النسبة لها علاقة وطيدة مع طريقة اضافة السماد وكما يلي :

١ ـ في حالة اضافة الفسفور بطريقة الشريط (band) مجاوراً لخط الزراعة ينصح باستخدام السماد الحاوي على ٥٠ ٪ فسفور ذائب في الاقل وفي الترب الحامضية .

٢ ـ في حالة استخدام نفس الطريقة السابقة ولكن في ترب قلوية تفاعلها اكثر من (٧) فان الفسفور المستخدم يجب ان يحوى ما لايقل عن ٨٠ ٪ فسفور ذائب .

٣ ـ اذا استخدمت طريقة النثر (broadcast) وفي ترب حامضية او متعادلة فان نسبة الفسفور الذائب في السماد المستخدم سوف لن يكون لها اية اهمية .

٤ ـ اذا استخدمت طريقة النثر ولكن في ترب قلوية فانه يفضل استخدام سماد فوسفاتي بما لايقل عن ٥٠٪ فسفور ذائب . ومن الجدير بالذكر انه اذا استخدمت كميات كبيرة من السماد الفوسفاتي في التربة فان درجة الذوبان في الماء للفسفور تصبح ذات اهمية قليلة . تقبل الاسمدة ذات الحبيبات الكبيرة اذا كانت نسبة الفسفور الذائب فيها عالية ، ولكن الاسمدة الفوسفاتية ذات نسبة الفسفور الذائب الواطئة يجب ان تكون على شكل حبيبات صغيرة بما يوفر مساحة اكثر للذوبان والانتقال والامتصاص . هذا وقد سبقت الاشارة الى انه يمكن استخدام اسمدة فوسفاتية مع النايتروجين في التسميد الشريطي لزيادة الاستفادة من الفسفور اما عن طريق تنشيط النبات بالنايتروجين او عن طريق تكوين مركبات فوسفاتية ذات ذوبان افضل غير انه لاينصح باستخدام اليوريا كمصدر للنايتروجين لمثل هذه الحالات بسبب ضررها على جذر النبات ، وتفضل في ذلك الامونيا وهذه العملية تسمى (ammoniation) وقد وجد انها قد تؤثر على قابلية ذوبان الفسفور .

تأثير السماد الفوسفاتي على جاهزية الزنك والمنغنيز :

لقد لوحظ في محاولات حقلية عديدة في الولايات المتحدة واقطار اخرى في بداية الخمسينات ان اضافة الفسفور الى التربة بكميات كبيرة قد خفضت حاصل الذرة الصفراء في بعض الترب ولدى دراسة تلك الحالات وجد ان زيادة كمية الفسفور في بعض الترب قد ادت الى نقص في جاهزية الزنك لنبات الذرة الصفراء والى الحد الذي لا يمكن تعديله باضافة الزنك لذا فقد تمت التوصية بعدم اضافة الفسفور بكميات غير موصى بها حتى لاتحدث مثل تلك الحالات المضرة بالحاصل . كما انه لوحظ ان العكس من ذلك يحدث لعنصر المنغنيز اي تزداد جاهزيته للنبات بزيادة الفسفور المضاف ، وبذا تكون اضافة الفسفور جيدة لبعض المحاصيل بدرجة افضل من الذرة الصفراء سيما فول الصويا وبقية البقوليات الاخرى التي يظهر عليها بكثرة نقص في المنغنيز اما نقص المنغنيز على الذرة الصفراء فقلما يظهر في الحقل .

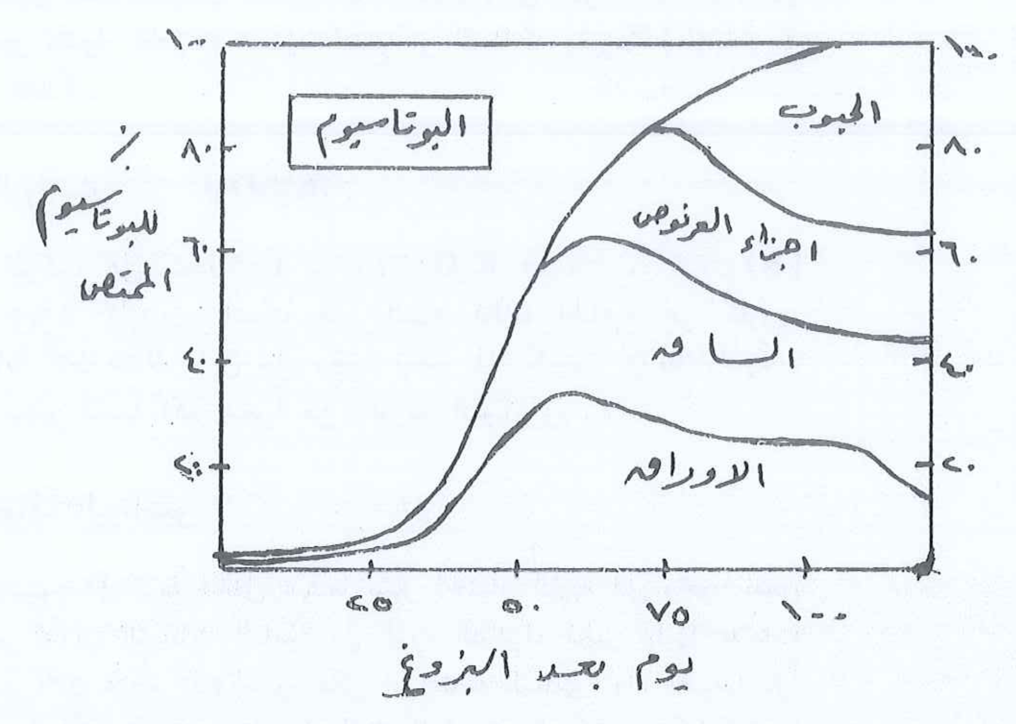
البوتاسيوم Potassium

ليس البوتاسيوم بعنصر ذى دور بناء البروتين او المركبات العضوية الاخرى في النبات الا انه اساسي جداً لزيادة نشاط نمو النبات وتحسين حاصلة . يمكن القول ان معظم الترب الحقلية تحوى على نسب عالية من البوتاسيوم (باستثناء الترب الرملية) وتشير كافة التقارير في العراق الى ان الترب الحقلية العراقية تحوي نسباً عالية من البوتاسيوم ، غير ان ذلك لا يعني ان النبات ينمو مع وفرة من البوتاسيوم الجاهزة فيشير Aldrich واخرون ١٩٧٥ الى ان نسبة البوتاسيوم الجاهز للنبات في منطقة المجموع الجذري ،هي بين ١ – ٢٪ فقط . لايشبه البوتاسيوم النايتروجين في سهولة غسله وفقده من التربة وهو كذلك لايشبه الفسفور في تثبيته على سطوح جزيئات التربة وهو كذلك لايدخل في العمليات الحيوية في التربة مثل العنصرين السابقين (النايتروجين والفسفور) . تظهر اعراض نقص البوتاسيوم على النبات بجفاف وموت حواف الاوراق ابتداء من قمة الورقة ، وحيث ان عنصر البوتاسيوم انتقالي ، فان الاوراق الجديدة النامية لا تظهر عليها علامات النقص بسرعة لانتقال العنصر ليها من الاوراق القديمة الا في حالات كون النقص شديداً فيصفر بذلك النبات كله . يعتبر السماد البوتاسي من اقل الاسمدة الرئيسية كلفة في الانتاج .

امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات :

لايحتاج نبات الذرة الصفراء كميات كبيرة من البوتاسيوم في المرحلة الاولى من نموه (البادرة) ، غير ان الحاجة تزداد حتى تصل قمتها في مرحلة ما قبل التزهير الذكري باسبوعين او ثلاثة وهي المرحلة التي نتوقع ان تظهر اعراض نقص البوتاسيوم على النبات اذا كان هناك نقص فيه في التربة حيث يكون ارتفاع النباتات ٥٠ سم ولغاية التزهير . يوضح الشكل ٥ – ١٣ امتصاص البوتاسيوم من قبل نبات الذرة الصفراء وحسب مراحل نموه واجزائه .

يمتص النبات عنصر البوتاسيوم على صورة (K^+) ويحوى النبات حوالي ٣ / ١ محتواه من البوتاسيوم في الحبوب ، وقد وجد ان كل ٢,٥ طن حبوب من الذرة الصفراء تحوى معدل ١٢,٤ كغم من عنصر البوتاسيوم وبما يعادل ١٥ كغم K_2O، ووجد كذلك ان نفس هذا المحصول يختلف في محتواه من البوتاسيوم عندما اخذ حاصل المادة الخضراء للسايلج فوجد بانها تحوي على ثلاثة اضعاف ونصف ماتحويه حبوبه . هذا وقد سبقت الاشارة الى ان نبات الذرة الصفراء لايمتص كميات



شكل ٥ ـ ٣ امتصاص وتوزيع البوتاسيوم في اجزاء نبات الذرة الصفراء حسب مرحلة النمو والجزء النباتي .

كبيرة من البوتاسيوم لانتاج اعلى حاصل من الحبوب مقارنة بالبقوليات مثل الجت وفول الصويا والبرسيم التي تحتاج الى كميات اكبر من البوتاسيوم في اجزائها النباتية لانتاج اعلى حاصل من المادة الجافة .

الاسمدة البوتاسية :

تتكون الاسمدة البوتاسية من املاح بسيطة ذات قابلية ذوبان عالية بالماء وبذا فانها تعطي مايسمى معامل الملح (salt index) عاليا بالمقارنة بالاسمدة الاخرى ، وعليه يجب ان تضاف على بعد لايقل عن ٤ ـ ٥ سم عن البذور المزروعة . من اكثر المصادر السمادية المستخدمة للتسميد البوتاسي هي : ـ

١ ـ كلوريد البوتاسيوم (KCl)

ويسمى كذلك (Muriate of potash) يحوي على معدل ٦٠ ـ ٦٢ ٪ K_2O (٤٩,٨ ـ ٥١,٥ ٪ K) ، كما ان هناك انواعاً منه بنسبة اقل من اوكسيد البوتاسيوم (٥٠ ٪) . يعتبر هذا السماد من الانواع الجيدة المناسبة لنمو الذرة الصفراء وهناك تأكيدات عملية تشير الى ان الكلورين الموجود في هذا السماد له

دور ايجي في تقليل نسبة السيقان المتعفنة (stalk rot) في الذرة الصفراء ، علماً بأن الكلوريد غير مقبول عادة في تسميد التبغ او البطاطا وغيرها (الموجود في السماد البوتاسي kcl) .

٢ ــ سلفات البوتاسيوم (K_2SO_4)

يحوي هذا المركب على معدل ٤٨ ـــ ٥٠ ٪ K_2O (٣٩,٨ ـــ ٤١,٥ ٪K) ومالايزيد عن ٢,٥ ٪ كلورين . ليست لهذا السماد فائدة اضافية عن كلوريد البوتاسيوم الا اذا كان هناك دليل على وجود نقص في الكبريت في تلك التربة . ان هذا السماد يعتبر نسبياً اكثر سعراً من كلوريد البوتاسيوم .

كيف ومتى يضاف البوتاسيوم ؟

يضاف البوتاسيوم الى تربة الحقل عندما يشير اختبار التربة الى وجود نقص فيها لهذا العنصر او ان النباتات النامية من الذرة الصفراء تظهر عليها علامات نقص هذا العنصر . ان عنصر البوتاسيوم يمكن ان يمتصه النبات سواء اضيف نثراً او على شكل شريط لأنه يتحرك في التربة ولايفقد كما يفقد النايتروجين كما لايثبت في التربة كما يثبت الفسفور ، كما ان نقصه في التربة يستحسن ان يعالج باضافات تدريجية منه لأن اضافة كميات كبيرة منه دفعة واحدة تؤدي الى مسك البعض منه بين جزيئات التربة بحيث لايستفيد النبات منه الا بعد فترة طويلة .

العناصر الثانوية والنادرة :

من الضروري معرفة تاريخ الارض المزروعة وحالتها وهل هي ارض مستصلحة ام مرفوعة الطبقة السطحية نتيجة التعرية او الانجراف الشديد بالماء او انها ملحية او قلوية او حامضية او رملية ... الخ . ان العناصر الثانوية والنادرة قد تكون موجودة بكميات كبيرة في بعض الترب لكن تفاعل التربة غير المناسب يجعل النبات في حالة لايقدر معها على الاستفادة من تلك العناصر . ان تصحيح نقص العناصر الثانوية او النادرة هو باضافة املاح هذه العناصر بالكميات المناسبة . يختلف الباحثون في الرأي حول ضرورة اضافة هذه العناصر الى تربة الحقل حيث يعتقد البعض انه من الضروري اضافتها ولكنها عادة غير اقتصادية في مردودها الا في حالات النقص الشديد الواضح التأثير على تدهور الحاصل ، بينما يرى البعض الاخر ان هناك عدداً كبيراً من المزارعين ينتجون ذرة صفراء بمعدلات

تتراوح بين ١٠ – ١٢ طن حبوب/ هكتار دون اية اضافة من هذه العناصر، وعليه يعتقد اصحاب هذا الرأي ان هناك عدة عمليات يمكن ان يقوم بها المزارع لتحسين ظروف الانتاج وزيادة الحاصل دون اضافة هذه العناصر منها اعداد خدمة التربة والحصول بصورة جيدة ومكافحة الافات الحشرية ونباتات الادغال وضبط الكثافات النباتية وكميات الاسمدة المركبة من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم وضبط كمية ونوعية ماء الري وحسن اختيار الهجين او التركيب الوراثي المناسب لتلك البيئة. هذا وان بعض العناصر الثانوية اصبحت تستخدم مثل الاسمدة المركبة لتصحيح نقص الزنك والحديد بانتاج اسمدة مركبة تحوي هذين العنصرين، ومن الجدير بالذكر كذلك ان اهم العناصر التي قد تظهر اعراض نقصها على نباتات الذرة الصفراء هي النحاس والحديد والمغنيسيوم والزنك والكبريت، وتصحيح اعراض هذه العناصر باضافة املاحها اما رشاً على النباتات باذابتها في الماء او بوضعها في التربة حسب نوع السماد المتوفر وطريقة استخدامه المفضلة، وعادة ينصح بشكل عام برشها كمحلول مائي على اوراق النبات.

لقد اشارت الدراسة المطبقة في العراق ممثلة بمنطقة ابي غريب من قبل Elmaeni و Elsahookie، ١٩٨٦ ان اضافة الاسمدة الثلاثية ٢٠٠ كغم نايتروجين + ٢٠٠ كغم (P) + ١٠٠ كغم K / هكتار اعطت اعلى حاصل من الذرة الصفراء للعروتين الربيعية والخريفية حيث كان الحاصل ٩,٣ و ١١,٨ طن/ هكتار للعروتين، على التوالي. لقد ادى النايتروجين المضاف بمفرده زيادة في حاصل الحبوب بحدود ٢٠٠٪ بينما زاد الحاصل كل من الفسفور والبوتاسيوم بنسبة ٣٧٪ و ١٦٪ على التوالي كمعدلات للعروتين، اما اضافة الاسمدة الثلاثية (بالمقارنة مع عدم اضافة الاسمدة) فقد زادت الحاصل بنسبة ٤٢٨٪ و ٦٤٠٪ للعروتين الربيعية والخريفية، على التوالي مما يوضح دور التوازن السمادي واثره الايجابي في زيادة حاصل الحبوب في الذرة الصفراء. كما وجد بكتاش واخرون (١٩٨٦) ان كمية النايتروجين التي اعطت اعلى حاصل هي ١٦٠ كغم/ هـ كما ان جميل واليونس (١٩٨٦) وجد ان هذه الكمية هي ١٨٠ كغم/ هـ الا انهم جميعاً لم يستخدموا كميات اعلى مما ذكر.

توصيات عامة حول زراعة الترب المختلفة بالذرة الصفراء :

تختلف الترب في قدرتها الانتاجية لمحصول ما تبعاً لعوامل النمو المتوفرة فيها، وفيما يلي بعض انواع الترب والتوصيات الخاصة باستثمارها بصورة افضل.

الترب الرملية

تمتاز هذه الترب بسهولة خدمتها من حراثة وتنعيم وتقسيم وغيرها ويمكن العمل فيها سواء كانت جافة ام رطبة وتمتص الماء بسرعة ويجف سطحها بسرعة كذلك ، وهي اقل انجرافا من انواع الترب الاخرى بسبب ثقل جزيئاتها ، كما انها تكون عادة واطئة الخصوبة وذات سعة حقلية اوطاء في الاحتفاظ بالماء بالمقارنة مع الترب الاخرى وتفقد عناصرها الخصوبية بالماء بسرعة كذلك . ان الترب الرملية الصرفة لاينصح برزاعتها بمحاصيل مجهدة مثل الذرة الصفراء إنما يمكن زراعتها ببعض نباتات الخضر وهي تحتاج الى تسميد عال وري متكرر . ان اهم التوصيات التي يمكن اعطاؤها لزراعة هذه الترب في حالة امكانية زراعتها هي :

١ ـ ينصح بالزراعة المبكرة حتى يمكن للجذور ان تتغلغل في التربة وتحصل على ماتحتاجه من ماء وعناصر .

٢ ـ استخدام الحد الادنى من العزق (minimum tillage) فهي لاتحتاج الى كافة العمليات فيمكن حراثتها سطحيا فقط بدون تنعيم او استخدام الامشاط القرصية فقط بدون حراثة .

٣ ـ المحافظة على بقايا المحصول السابق وقلبه في التربة للاستفادة منه في زيادة محتوى التربة من المادة العضوية والعناصر التي تنطلق من بقايا النباتات بعد تحللها ، كما أن هذه المادة العضوية سوف تحسن من قابلية التربة على مسك الماء بكمية اكبر .

٤ ـ تزرع محاصيل السماد الاخضر لقلبها في التربة واضافة عناصر عضوية كذلك الى التربة .

٥ ـ اضافة الكمية المناسبة من النايتروجين في الفترة اللازمة لاضافتها وليس قبل مدة طويلة منها كي لاتفقد من التربة كما انه يجب اضافة النايتروجين والاسمدة الاخرى مجاورة لخط الزراعة .

٦ ـ مراقبة الحقل لمعرفة وجود اعراض نقص العناصر قبل وصول النبات الى مرحلة متقدمة لمعالجتها .

٧ ـ برمجة الري بصورة تكفل نمو المحصول بصورة سليمة .

٨ ـ استخدام كثافة نباتية اقل من المعتاد بمقدار ١٥ ـ ٢٠٪ لان الكثافة العالية لاتسمح بالنباتات كلها بالنمو بصورة تضمن حاصلا عاليا .

الترب المزيجية الغرينية

تمتلك هذه الترب قابلية عالية على حفظ الماء كما انها ذات محتوى جيد من العناصر مما يجعلها تصلح لزراعة الذرة الصفراء اضافة الى سهولة خدمتها مقارنة بالترب الثقيلة . يعتبر من اهم عيوبها انها تكون طبقة (crust) فيما اذا خدمت بصورة مبالغ فيها . اهم الارشادات حول استخدام هذه الترب هي :

١ ـ اجراء التسوية الجيدة فيها لمنع الانجراف .
٢ ـ عدم العمل في هذه الترب وهي مبتلة لانها تكون كتلا عند سطح التربة كما انها تنضغط عند حركة الماكنة فوقها (وهي مبتلة)
٣ ـ التقليل من عمليات التنعيم الكثيرة للمحافظة على فائدة الحراثة .

الترب المزيجية الطينية

تمتاز هذه الترب بنسجتها الدقيقة الجزيئات وبهذا فهي ذات آلة خصوبية أفضل من بقية الترب كما انها ذات قابلية اعلى على مسك الماء وهي لاتميل عادة الى الحموضة واذا كانت في مناطق منخفضة فانها تكون قلوية وهي تحتل جزءاً كبيراً من الترب العراقية سيما في المنطقة الوسطى من القطر . من صعوبات العمل فيها انها تكون كتلا كبيرة اذا خدمت وهي جافة او مبتلة وفي الحالة الثانية يمكن ان تنضغط بدرجة كبيرة في حالة خدمتها نتيجة استخدام المعدات الثقيلة . من عيوب هذه الترب كذلك هو عدم دخول الماء الى جزيئاتها بسهولة في المناطق المنحدرة مما يسبب انجرافها . يمكن ان تتبع النصائح التالية عند العمل مع هذه الترب :

١ ـ اجراء الخدمة لهذه الترب في محتوى رطوبي مناسب لتجنب تكوين الكتل الكبيرة اذا كانت جافة وضغط التربة وهدم بنائها اذا كانت مبتلة .
٢ ـ عدم اجراء عمليات التنعيم بصورة متكررة لتجنب هدم بناء التربة الحبيبي .
٣ ـ قلب كافة بقايا المحصول السابق مع التربة عند الحراثة لزيادة المادة العضوية فيها وتحسين نفاذيتها وخواصها الفيزياوية والكيمياوية والحيوية .

التربة العضوية :

عندما تنمو النباتات بكثافات عالية في بعض البيئات وتكون تلك البيئات معتدلة الحرارة تكون تلك الترب حاوية على نسبة عالية من المادة العضوية تتجاوز ٢٠ ٪ كي تسمى تربة عضوية (Organic Soil) ، وحيث ان مثل الترب غير شائع في الترب العراقية او ترب الوطن العربي بصورة عامة لذا فسوف نذكر بعض الجوانب المتعلقة بها بصورة مختصرة من مميزات هذه الترب انها ذات كثافة (bulk density) اقل من الترب المعدنية ، وهذا يعني ان جذور النبات سوف تكون على تماس اقل مع سطوح جزيئات التربة بالمقارنة مع الترب الاخرى . ينصح بزراعة هذه الارض بكثافة اعلى عادة نظرا لوفرة الماء بين جزيئاتها ولكن تجب ملاحظة نقص عنصر البوتاسيوم فيها .

الترب القلوية :

تنتشر الترب القلوية في العراق بدرجة كبيرة وهي السمة الغالبة على تربة والتي تمتاز عادة بتفاعل تربة اكثر من ٧ . ان التوصيات المفيدة لزراعة الذرة الصفراء في مثل هذه الترب يمكن ان توضح بالآتي :

١ ـ اضافة الاسمدة الفوسفاتية لهذه الترب مع تجنب اضافتها بكميات تسبب خزنها في التربة لان الفسفور الزائد سوف يتفاعل مع الكالسيوم ويكون مركبات اقل ذوبانا في الماء مثل الفسفور الثلاثي الكالسيوم (tricalcium phosphate) .

٢ ـ اضافة الفسفور مع خط الزراعة (مع التاكيد على تجنب نثره) وان يحوي السماد مالايقل عن ٥٠ ٪ من الفسفور الذائب في الماء .

٣ ـ مراقبة ظهور اعراض نقص اي عنصر ثانوي او نادر مثل الزنك والحديد والنحاس والمنغنيز لتصحيح النقص .

٤ ـ المحافظة على نفاذية التربة بالخدمة الجيدة من حراثة وتنعيم مع ضرورة قلب مخلفات النبات مع التربة لتحسين خواص التربة وضمان الصرف الجيد فيها .

٥ ـ تجنب الري الغزير والمتكرر للتربة للحفاظ على مستوى مناسب من الماء الارضي .

المادة العضوية في التربة :

يجب ان تحوي التربة على مستوى مناسب من المادة العضوية يختلف باختلاف التربة . تتراوح نسبة المادة العضوية في الترب العراقية عادة بين ١ ــ ١,٥ ٪ في اغلب الاحيان وقد تقل عن ذلك او تزيد حسب وفرة بقايا النبات في التربة وقلبها ونوع المحصول وكثافة الزراعة وتكرارها في تلك الارض .

ان نسبة المادة العضوية المذكورة في الترب العراقية هي نسبة منخفضة ولو تضاعفت لاصبحت التربة في وضع افضل من جوانب عديدة . تمتاز التربة ذات المادة العضوية الجيدة بسهولة خدمتها وتحببها وحسن نفاذيتها ونشاط احيائها الدقيقة كما انها تكلف اقل طاقة في حراثتها ويمكن تهيئة مرقد جيد للبذرة فيها بصورة اسهل وافضل ، كما ان الماء يدخل بين جزيئاتها بصورة اسرع وتحتفظ منه بكمية اكبر وينمو الجذر فيها بصورة متشعبة تكفي لمد النبات بالماء والعناصر ، وعادة تكون الترب ذات المادة العضوية اقل عرضة لتكوين القشرة (crust) بعد الري التي كثيراً ما تمنع ظهور البادرات بعد تحلل الاجزاء النباتية تصبح بحالة تسمى (humus) وهي نسبيا ثابتة في التربة ، بينما نسبة البقايا النباتية تتغير حسب خدمة الارض ، ومن الضروري عدم المبالغة برفع نسبة المادة العضوية الى حد قد لايفيد النبات . اذا كانت التربة فقيرة بالمادة العضوية فيمكن والحالة تلك رفع نسبة المادة العضوية باضافة بعض المخلفات الحيوانية اليها .

يوضح الجدول ٥ ــ ٣ قدرة طن واحد هي من كل نوع من الحيوانات المزرعية لانتاج المواد العضوية الصلبة والسائلة والفرشة (bedding) ، كما يوضح الجدول ٥ ــ ٤ محتوى بعض نواتج الحيوانات من العناصر ويوضح الجدول ٥ ــ ٥ قدرة بعض المحاصيل على انتاجها المادة الجافة ومحتواها من العناصر .

ملاحظة :

تحتوي هذه المخلفات على عناصر نادرة وثانوية ذات اهمية كبيرة لنمو النبات ، فمثلاً تحوي مخلفات الابقار والدواجن (جزء بالمليون على اساس الوزن الجاف) مقدار ٣٩٠٠ و ١٩٠٠ مغنيسيوم و ٦٦ و ٢٠ زنك و ٣,٨٨٠٠ حديد ، على التوالي كما تحوي مخلفات الدواجن على ١٦,٢ جزء بالمليون من المنغنيز والنحاس . لقد اشارت بعض الدراسات ان ترك السماد الحيواني مكشوفاً بدون اي غطاء لمدة ثلاثة شهور سبب في فقده ٣٠ ٪ من النايتروجين و ٢٥ ٪ من الفسفور و ٥٩ ٪ من

البوتاسيوم قبل استخدامه في الحقل ، لذا لابد من تغطية السماد الحيواني بالطين او النايلون لدى خزنه وقبل استخدامه وذلك للمحافظة على عناصره دون فقد وضمان تحلله بصورة افضل وقتل بذور الادغال الموجودة فيه .

جدول ٥ ـ ٣ اطنان السماد الحيواني الذي ينتجه طن واحد هي من حيوانات المزرعة خلال العام .

نوع الحيوان	المواد الصلبة	المواد السائلة	المجموع	الفرشة	الفرشة + الافرازات
الخيول	١٤,٣	٣,٥	١٧,٨	٥,٩	٢٣,٧
الابقار	١٩,ـ	٧,٩	٢٦,٩	٣,١	٣٠,ـ
الاغنام	٨,٤	٤,٢	١٢,٥	٧,٠	١٩,٥
الدجاج	ـ	ـ	٨,٦	ـ	ـ

جدول ٥ ـ ٤ محتوى السماد الحيواني الطري من العناصر معبر عنه بالنسبة المئوية (٪) .

نوع الحيوان	ماء	N	P	K
الخيول	٧٨	٠,٧٠	٠,١١	٠,٤٦
الابقار	٨٦	٠,٦٠	٠,٠٧	٠,٣٧
الاغنام	٦٨	٠,٩٥	٠,١٥	٠,٨٣
الدجاج	٥٥	١,٠٠	٠,٣٥	٠,٣٣

جدول ٥ ــ ٥ . انتاجية بعض المحاصيل من المادة الجافة (طن/ هـ) ومحتواها من العناصر (كغم/ هـ) وعلاقته بانتاج المادة الجافة .

المحصول	مجموع المادة الجافة طن / هـ	محتوى النايتروجين كغم / هـ	محتوى البوتاسيوم كغم / هـ	كغم نايتروجين لكل طن مادة جافة	كغم بوتاسيوم لكل طن مادة جافة
الذرة الصفراء ـ	٢١,	٢٤٨	٢٥٥	١١,٨	١٢,١
الثيل	٢١,٥	٦٧٦	٣٩٩	٣١,٥	١٨,٦
الذرة الصفراء	١٣,٥	٢٠٧	٣٢٠	١٥,٤	٢٣,٨
حشيش البساتين	١٤,٨	٤٩٠	٤٧١	٣٣,١	٣١,٨
فول الصويا	١٣,٩	٤٦١	٢٣٢	٣٣,٢	١٦,٧
الجت	١٨,٤	٤٦٠	٥٨٣	٢٥,٠	٣١,٨

التسميد الورقي (Foliar Feeding)

هو من بين اكفاء الطرق لتزويد النباتات بالعناصر الثانوية او النادرة عند تعرضها لنقص هذه العناصر ان افضل مميزة لهذه الطريقة هو التخلص من تأثيرات التربة المعاكسة لامتصاص العناصر الثانوية والنادرة سيما وان الكمية التي يحتاجها النبات من هذه العناصر قليلة وبذا يمكن لاوراق النبات امتصاصها بسهولة وبسرعة مقارنة مع اضافتها الى التربة . لاتناسب هذه الطريقة اضافة العناصر الرئيسية لانها تكون غير اقتصادية بسبب الحاجة الى ١٠ ــ ٢٠ رشة خلال الموسم لسد احتياج النباتات من هذه العناصر . عندما تكون النباتات بارتفاع ١٥ ــ ٢٠ سم فان حوالي ٥٪ فقط من الرذاذ سوف يسقط على اوراق نباتات الذرة الصفراء ، واذا اصبحت بارتفاع ٦٠ ــ ٧٠ سم فانها تمسك بحوالي ٢٥٪ من الرذاذ وبذا نجد ان نسبة عالية من الرذاذ المرشوش على النبات يوف يسقط على الارض .

تأثير التسميد على النضج والاضطجاع :

عندما يضاف النايتروجين الى تربة الحقل تبدو النباتات خضراء لفترة اطول من تلك التي لم يضف لها النايتروجين وهذا ما يجعل البعض يعتقد ان النايتروجين يؤخر النضج ، ان هذا الاستنتاج يكون صحيحاً في حالة واحدة هي عندما يضاف

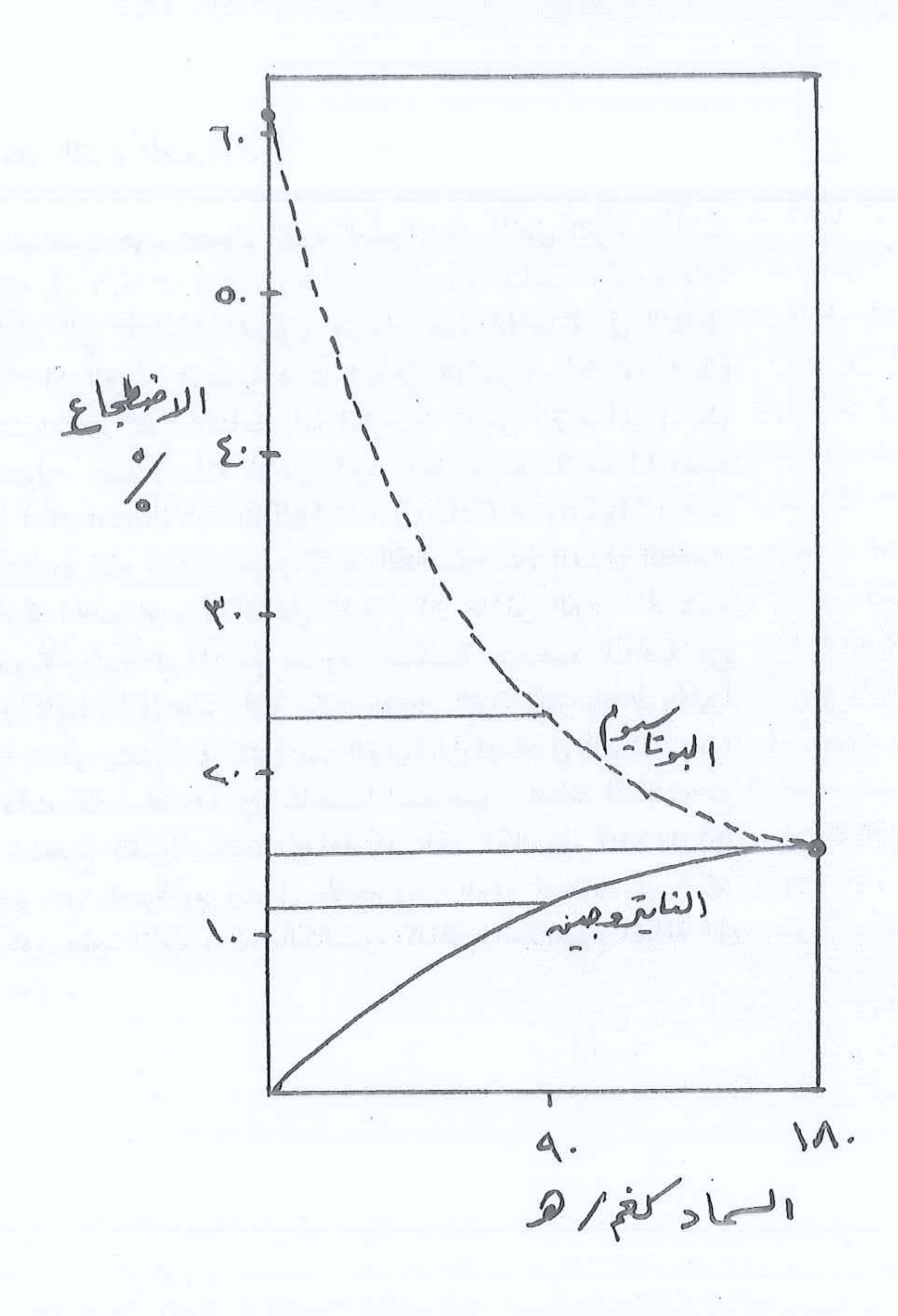
النايتروجين لوحدة والتربة بحاجة الى فسفور وبوتاسيوم ، اما اذا اضيفت هذه العناصر مجتمعة او ان التربة فيها كميات متوازنة لهذه العناصر فان المعروف والمؤكد بأبحاث عديدة ولعدة سنين ومواقع تؤكد ان اضافة الاسمدة المركبة الثلاثة (النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم) تبكر في نضج النباتات بحدود اسبوع عن تلك التي لم تضف لها هذه الاسمدة . ان المقياس العلمي المعتمد في حساب مرحلة النضج هو بمعرفة نسبة الرطوبة في الحبوب وليس بالاعتماد على مظهر الاوراق وجفافها او لونها الاخضر او الاصفر يوضح جدول ٥ ـ ٦ تبكير الذرة الصفراء بتاثير اضافة النايتروجين او الاسمدة المركبة والبيانات ماخوذة كمعدلات لاحدى عشرة تجربة حول نفس الموضوع (Aldrich واخرون ١٩٧٥) .

جدول ٥ ـ ٦ نسب الرطوبة في حبوب الذرة الصفراء حسب تأثرها بالاسمدة المضافة

كغم / هـ	نسبة الرطوبة في الحبوب في حالة اضافة نايتروجين فقط	نايتروجين مع الفسفور والبوتاسيوم
صفر	٣٨	٣٩
٦٧	٣٧	٣٧
١٣٤	٣٧	٣٧
٢٠٢	٣٧	٣٧
٣٣٦	٣٨	٣٧

* اضيف الفسفور والبوتاسيوم بمعدل ١٩ و ٤٥ كغم/ هـ على التوالي .

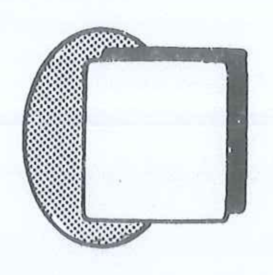
اما بالنسبة لتأثير اضافة الاسمدة على اضطجاع النبات فانه من المعروف ان اضافة النايتروجين تعجل من انقسام الخلايا فتصبح غضة لاتحتوي كثيرا من اللكنين وبذا يميل النبات (الى الاضطجاع عند عدم توفر البوتاسيوم لمعادلة هذا التأثير ، اما عند وجود الكمية اللازمة من البوتاسيوم في التربة فان الاضطجاع ينخفض بدرجة كبيرة كما هو موضح في الشكل ٥ ـ ٤ .



شكل ٥ــ٤ زيادة نسبة الاضطجاع بزيادة إضافة النايتروجين وانخفاض هذه النسبة مع زيادة اضافة البوتاسيوم ، مما يؤكد دور عنصر البوتاسيوم في معادلة التأثير الضار لاضافة النايتروجين والتي تكون احيانا (نسبة الاضطجاع) نتيجة زيادة حاصل وحجم النبات .

الحموضة والقلوية ونمو الذرة الصفراء :

من المعلوم لدى الباحثين حول محصول الذرة الصفراء ان تفاعل التربة المناسب لنمو هذا المحصول يقع بين ٥,٦ ـ ٧,٥ ، وهذا التفاعل هو المناسب بصورة عامة لجاهزية معظم العناصر التي يحتاجها المحصول وتزداد هذه الجاهزية في التفاعل المحصور بين ٦ ـ ٧ . ان الترب الحامضية ذات التفاعل الواطيء (اقل من ٥,٦) تعاني فيها الذرة الصفراء من نقص العناصر اما اذا هبط تفاعل التربة الى ٤ فقلما ينمو نبات هذا المحصول . يصحح عادة تفاعل التربة الحامض في الترب الحامضة باضافة حجر الكلس $(MgCo_3 + CaCo_3)$ = (Aglime or limestone) حيث باضافته الى التربة ووجود الماء يتكون هيدروكسيد الكالسيوم ذي المفعول القاعدي الذي يعمل على موازنة الحامضية ورفع تفاعل التربة . ان مشاكل الترب الحامضية في قطرنا تعتبر معدومة حيث انه كما هو معروف مشكلتنا من هذه الناحية هي مع الترب القاعدية (القلوية) وفي هذه الحالة يكون تفاعل التربة اكثر من ٧ وكثيرا ما يقترب من الرقم ٨ او يتعداه في كثير من الترب الزراعية في العراق وهذا مايجعل هذه الترب ذات كفاءة محدودة في انتاجيتها للمحاصيل المختلفة تتناسب مع درجة القلوية . ان تصحيح القلوية يكون باضافة كبريتات الكالسيوم (gypsum) حيث يحل الكالسيوم محل الصوديوم ويغسل الاخير من التربة بوجود الماء . قد يكون سبب القلوية في بعض الترب املاح الكالسيوم كذلك والمغنيسيوم اضافة الى الصوديوم .



الفصل السادس

الـــري

لانتاج كيلو غرام واحد من حبوب الذرة الصفراء تحتاج النباتات الى معدل ٧٥٠ لتراً من الماء خلال الموسم ، ولو حسب هذا الرقم على اساس مساحة هكتار واحد لوجد ان كمية الماء اللازمة خلال الموسم كبير ، الا انه في الواقع يعتبر محصول الذرة الصفراء من بين المحاصيل الكفوءة جدا في استثمار الماء لانتاج المادة الجافة . تحتاج نباتات المحاصيل : الجت والشوفان والقطن والشعير والحنطة والذرة الصفراء الى ٨٥٨ ، و ٦٣٥ ، ٥٦٢ ، ٥٢١ ، ٥٠٥ و ٣٧٢ لتراً من الماء ، على التوالي لانتاج كغم واحد من المادة الجافة ، وبذا نجد ان نبات الذرة الصفراء هو اكفاء هذه المحاصيل في انتاج المادة الجافة باستثناء الذرة البيضاء حيث انها اعلى في الكفاءة وهي تحتاج الى ٢٧١ لتراً من الماء لانتاج كغم واحد من المادة الجافة . ان كمية الماء المحددة لهذه المحاصيل هي معدلات عامة ماخوذة في مناطق معتدلة ، وبذا فقد يحتاج المحصول المذكور اكثر من ذلك في المناطق الحارة الجافة واقل من ذلك في المناطق الباردة والرطبة ، وكمية الماء المقصودة في تلك الحالات هي التي ينتجها النبات الى الجو .

عندما تجف النباتات في التربة الى مرحلة الذبول الدائم ثم الموت تبقى التربة حاوية على نسبة من الرطوبة بحدود ٥٪ في التربة الرملية و ٢٠٪ في التربة الطينية (وزنا) ، لكنها في مسامات صغيرة بحيث لاتتمكن جذور النباتات من امتصاصها سرعة تتناسب مع سرعة فقد الماء من النبات عن طريق النتح ، ولهذا نجد ان النباتات الذابلة في النهار قد استعادت وضعها الطبيعي في الصباح الباكر من اليوم التالي لان فقد الماء في الليل اقل بكثير مما هو عليه في النهار فتتمكن النباتات من سد العجز المائي فيها . تختلف الترب بدرجة كبيرة في قدرتها على الاحتفاظ بالماء الجاهز للامتصاص من قبل النبات ، ويوضح جدول ٦ ـ ١

كميات الماء (سم) الجاهزة للامتصاص من قبل النبات لكل متر من التربة كما ذكرها Aldrich واخرون (١٩٧٥).

جدول ٦ ــ ١ كمية الماء الجاهز للنبات (سم/ م) حسب نوع نسجة التربة

نسجة التربة	الماء الجاهز (سم/ م)
رمل خشن	٤,٢
رمل ناعم	١٠,٠
مزيجية رملية ناعمة	١٦,٠
مزيجية غرينية	١٧,٧
طينية غرينية	٢١,٩
طينية	٢٣,٥

لغرض زيادة مقدار الماء الجاهز في التربة يمكن اللجوء الى حراثة الطبقة السطحية بشكل اعمق الا ان ذلك يزيد من مقدار مسك التربة للماء لفترة معينة حتى تجتاز الجذور تلك المنطقة المحروثة ويصبح اثر ذلك محدوداً للنبات، كما ان اظافة المادة العضوية لها اثر ايجابي محدود على جاهزية الماء للنبات في الترب الرملية خصوصاً، لكنها تساعد على مسك الماء اكثر، وربما يكون افضل من ذلك القضاء على نباتات الادغال اتي تمتص الماء الجاهز وتنافس نباتات المحصول، وكذلك ترك بقايا المحصول السابق فوق سطح التربة لمنع التبخر اضافة الى استخدام التسميد المناسب سيما النايتروجين. لقد وجد ان اضافة السماد النايتروجيني ترفع من كفاءة الاستهلاك المائي للنبات بمعدل ٤٣٪ فمثلاً وجد ان الهكتار الواحد في احدى التجارب انتج ٥ طن حبوب بدون تسميد وبمعدل ٥٣ كغم حبوب/ سم ماء بينما في الحالة المسمدة بالنايتروجين بصورة متوسطة وفي نفس الحقل اعطى الهكتار الواحد ٧,٤ طن حبوب بمعدل ٧٦ كغم/ سم ماء، اي ان كل سم من ماء الري يضاف الى الهكتار الواحد يعطي زيادة في حبوب الذرة الصفراء مقدارها ٥٣ و ٧٦ كغم في الحالتين غير المسمدة بالنايتروجين والمسمدة به، على التوالي.

عندما ينقص التربة عنصر او اكثر فان مقدار النتح والتبخر (evapotranspiration) من النباتات يبقى بصورة عامة كما هو غير ان النبات ينخفض حاصله بمقدار يتناسب مع درجة تأثير العناصر الناقصة وبذا يكون حاصل

النبات اقل فتكون كفاءة الاستهلاك المائي في هذه الحالة اقل لأن كفاءة الاستهلاك المائي تساوي مقدار حاصل الحبوب (كغم) مقسوماً على كمية الماء المعطاة للنبات (م٣) في وحدة مساحة معينة . لقد وجد ان زيادة المساحة الورقية للنبات مقدار ٥٠ ٪ يمكن ان تستهلك نفس كمية الماء عن طريق النتح والتبخر فيما لو سمدت بصورة كافية ، مع ضمان زيادة في الحاصل نتيجة التسميد . ان النباتات المسمدة تتعمق جذورها في التربة اكثر وبذا فأن لها قدرة إضافية على امتصاص الماء من الطبقات التحتية وهذا احد الجوانب الذي يزيد من كفاءة النباتات المسمدة في الاستهلاك المائي لان جذور النباتات تتعمق نتيجة التسميد اكثر متعقبة الماء الذي افلت منها لتمتصه وتستفيد منه .

ذكرنا قبل قليل انه في حالة نقص العناصر في التربة يبقى النبات عموماً بنفس سرعته على فقد الماء عن طريق النتح والتبخر غير انه يشذ عن هذه القاعدة عنصر البوتاسيوم يساعد عنصر البوتاسيوم على جعل ثغور (stomates) اوراق النبات مغلقة نسبياً بما يقلل من فقد الماء عن طريق النتح . يوضح جدول (٦ ــ ٢) تأثير استجابة حاصل الذرة الصفراء لأضافة البوتاسيوم تحت ثلاث حالات من الري .

جدول ٦ ــ ٢ تأثير البوتاسيوم وعلاقته مع حالة الري على حاصل حبوب الذرة الصفراء (كغم/ هـ)

حالة الري	الحاصل (كغم/ هـ) بدون بوتاسيوم	مع البوتاسيوم
جفاف نسبي	٥٢٥٠	٨١٠٠
ري مثالي	٥٣٠٠	٩٨٠٠
ري اضافي	٥٧٢٠	٨٧٠٠

نلاحظ في جدول (٦ ــ ٢) ان عنصر البوتاسيوم قد أثر تأثيراً ايجابياً واضحاً في الاستفادة من الماء وحفظه في خلايا النبات في حالة الجفاف النسبي ، فازداد الحاصل بما يقارب ٣ طن/ هـ باضافة البوتاسيوم ، وازداد الحاصل بمقدار ٤,٥ طن/ هـ في حالة الري المثالي بالمقارنة مع عدم اضافة البوتاسيوم .

تؤثر الكثافة النباتية على كفاءة الاستهلاك المائي ، ففي حالة زيادة الكثافة النباتية فان النباتات تصبح كثيفة الاوراق قرب بعضها فتغطي سطح التربة وتقلل من التبخر من سطحها وبذا تقل كمية الماء المفقودة عن طريق التبخر من سطح التربة غير ان زيادة اوراق النبات والسيقان بزيادة الكثافة النباتية تسبب دون شك زيادة في فقد الماء عن طريق النتح من النبات اكثر من حالة الكثافة النباتية الاقل ، غير ان النباتات المزروعة بكثافة نباتية عالية سوف تظلل اوراقها بعضها البعض فتصبح درجة الحرارة فيها اقل وبذا تقل كمية الماء المفقودة عن طريق النتح ، والمحصلة النهائية في هذه الحالة اي في زيادة الكثافة النباتية هو ان كفاءة الاستهلاك المائي سوف تكون افضل في الكثافة النباتية العالية مما هو عليه في الكثافة النباتية الواطئة وهذا يكون صحيحاً في حالة الري الاعتيادي ، اما في حالة وجود شحة في الماء اي ان حالة الري تعتبر نسبياً حرجة (بالحد الادني) ففي هذه الحالة تكون الكثافة العالية ذات كفاءة استهلاك مائي مساوية للكثافة الواطئة او اقل منها اذا وصلت الى حد لايتحملة الوضع المائي الحرج كما موضح في الجدول (٦ ـ ٣) .

جدول ٦ ـ ٣. علاقة الكثافة النباتية بالحاصل في منطقة ذات ماء محدود (دون الحد الاعتيادي)

الكثافة النباتية (نبات/ هـ)	حاصل الحبوب (طن/ هـ)
٣٩٥٠٠	٧,٧
٤٩٤٠٠	٧,٧
٥٩٣٠٠	٧,٥
٦٩٢٠٠	٧,٥
٧٩١٠٠	٧,٠

استخدام بعض المواد لحفظ الماء في التربة

تستخدم في مجالات الأبحاث في العالم مواد مختلفة من شانها الحفاظ على الماء المخزون في التربة من الفقد عن طريق التبخر ، فمثلا هناك مادة كيمياوية تسمى (hexadecanol) ترش على سطح التربة المزروعة بالذرة الصفراء بطريقة معينة لحفظ ماء التربة وهناك عدة مواد كيمياوية من هذا النوع . تستخدم كذلك الاغطية البلاستيكية (plastic mulches) في مجال الابحاث ، حيث تثقب لتخرج

النباتات منها وتبقى مع ري محدود او بدون ري ، وقد انتجت بعض التجارب في ولايتي الينوي ودكوتا الجنوبية في الولايات المتحدة معدل ٦ طن حبوب/ هكتار في مثل هذه التجارب بدون ري وذلك بالاستفادة من الماء الموجود في التربة من الامطار السابقة قبل موسم الزراعة . لقد ابتكرت احدى الشركات العالمية مادة بلاستيكية توضع داخل التربة على عمق ٦٠ سم ثم دفنها وذلك لحفظ الماء الساقط من الامطار او الري فوق ذلك الغطاء للاستفادة منه لدى زراعة الذرة الصفراء ، غير انه وفي جميع الحالات المذكورة لم تشجع نتائج الدراسات اطلاقا اعتماد اية مادة او طريقة منها لكونها غير اقتصادية لان كلفة المواد وكلفة اضافتها الى التربة عالية جدا بحيث لاتتناسب مع العائدات من حاصل الذرة الصفراء اذا ماقورنت مع حاصلات الخضر ذات المردود الاقتصادي الاعلى التي تناسبها هذه الطرق اكثر .

حركة الماء من التربة الى الجذر

يعتقد البعض ان الماء يتحرك بصورة حرة من الماء الارضي الى جذر النبات ، غير ان فيزياوي التربة اوضحوا في دراساتهم ان الماء الارضي ينتقل ببطء الى المجموع الجذري للنبات ومع ذلك فان هذا الماء في الترب الجيدة الصفات الفيزياوية مفيد جداً للنبات ويساعده على تحمل الجفاف عند تعرضه له حيث تسلك جذور النبات في الاجزاء السهلة من التربة متتبعة وجود الماء الارضي لتمتصه يلعب المجموع الجذري الكبير المتعمق دورا فعالاً في استحصال الماء البعيد عن الجذر ويظهر دور ذلك واضحا في ظروف الجفاف . يتحول بعض الماء الارضي الى بخار فيصعد كذلك الى سطح التربة كما ينزل الى الاجزاء الباردة في التربة ليتكاثف هناك ، اما في الليل فتبرد الاجزاء العليا من سطح التربة اكثر من السفلى فيتكاثف بخار الماء عندها ليستفيد منه النبات . ان حالة انتقال الماء عبر مقد التربة يختلف باختلاف شكل وحجم حبيبات التربة ، وقد وجد ان حركة الماء في تربة الحقل الاعتيادية (ميزيجية طينية مثلا) هي افضل من حركته في الترب الرملية لان المسامات بين جزيئات التربة الرملية اكبر وفيها هواء اكثر يمنع نفاذ الماء فيها بالسرعة التي ينفذ فيها بين جزيئات التربة المزيجية او الطينية .

ان كمية الماء التي تعطى بالري كبيرة ، بحيث قد لا يتصورها البعض لاول وهلة . ان لري هكتار واحد بالماء مرة واحدة رية اعتيادية (بعمق ١٠ سم مثلا) يحتاج الى مليون لتر من الماء ، ويمكن حساب كمية الماء اللازمة لري هكتار واحد ١٠ مرات في الموسم مثلا او لري مئات او الاف الهكتارات المزروعة بالذرة الصفراء .

تحتوي مياه الانهار والابار درجات مختلفة من الاملاح ، ويجب اختبار صلاحية هذه المياه للري قبل استخدامها لانها اذا احتوت كميات من الاملاح عالية نسبيا (ولو انها تسمح لنمو المحصول) فان الاملاح سوف تتراكم في التربة على مر السنين وتصبح التربة ملحية غير صالحة للزراعة سيما في الترب الواقعة في المناخات الحارة الجافة حيث يشتد التبخر من سطح التربة .

تختلف الترب في احتوائها على الماء الجاهز للنبات في منطقة الجذر حسب نسجتها ، يصل مقدار الماء الجاهز للنبات في التربة الرملية لغاية ١٠ سم/ م او اكثر بقليل ، بينما في الترب المزيجية العرينية يصل مقدار الماء الجاهز لغاية ١٨ سم وهذا يفسر سبب ري الترب الرملية مرات اكثر من غيرها من الترب حيث يفضل ان تروي على فترات اقصر وربما بكميات اقل للرية الواحدة ، لقد اوضحت بعض الدراسات في المناطق التي تعتمد على الامطار في الولايات المتحدة ان تضع ريات اضافية أعطت زيادة في حاصل حبوب الذرة الصفراء بمقدار ٢ طن/ هكتار واوضحت نتائج Al-Muttalibi و Elsahookie ، ١٩٨٨ ان كل رية (بمعدل ١٠ سم) قد ادت الى اعطاء حاصل حبوب اكثر تراوح بين ٠,٥ — ٠,٧ طن/ هـ ، وقد ازدادت كفاءة الاستهلاك المائي للنبات مع زيادة عمق الزراعة من ٤ سم الى ١٢ سم الى ١٢ سم ومع ري النباتات كل خمسة ايام عما هي عليه كل تسعة ايام ، فاعطت النباتات المزروعة بعمق ١٢ سم والمروية كل خمسة ايام حاصلا قدره ٨,٥ و ١١,٩ طن/ هكتار بينما اعطت تلك المزروعة على عمق ٤ سم والمروية كل تسعة ايام احاصلا قدره ١,٧ و ٣,٤ طن/ هكتار للعروتين الربيعية والخريفية ، على التوالي . يستخدم البعض التسميد النايتروجيني مع ماء الري وتسمى العملية (fertigation) كما يستخدم البعض الاخر مبيدات الادغال مع ماء الري (herbigation) وفي كل حالة من هذه الحالات يجب الاحاطة بالجوانب العلمية والفنية ونوع المادة المستخدمة وكميتها وطريقة الاضافة . ينصح عادة باضافة ثلثي كمية النايتروجين فقط لدى زراعة الذرة الصفراء في الظروف

الجافة (بالاعتماد على الامطار او ماء الري المحدود) مع خفض الكثافة النباتية بمعدل ١٠٪ عن الكثافة الاصلية .

تنمو نباتات الذرة الصفراء صورة جيدة اذا كانت رطوبة التربة ضمن ٥٠٪ من السعة الحقلية فاكثر (٥٠ ــ ١٠٠٪ من السعة الحقلية) ولمعرفة حاجة النبات للري الفعلي لابد من وجود مقياس لذلك اما عن طريق استخدام اجهزة بسيطة لقياس رطوبة التربة تثبت في الحقل على العمق المناسب او الاعتماد على اخذ عينة من التربة وضغطها باليد حيث يكون حوالي ٥٠٪ من الماء الجاهز قد نفد من التربة عند عمق ٢٠ سم عن طريق النتح والتبخر اذا كانت :

١ ــ التربة المزيجية الرملية لاتتكتل لدى ضغطها باليد .

٢ ــ التربة المزيجية او المزيجية الغرينية تتكتل لكنها تتفتت .

٣ ــ التربة المزيجية الطينية او الطينية تتكتل لكنها تتشقق .

ومن الجدير بالذكر انه في الايام الشديدة الحر سيما في حزيران وتموز وآب يكون معدل فقدان الماء من التربة عن طريق النتح والتبخر بمعدل ٠,٤ ــ ٠,٦ سم/ يوم وربما اكثر مختلفاً تبعاً لاختلاف درجات الحرارة وحركة الرياح ونوع التربة والكثافة النباتية وعوامل اخرى ، فاذا كان معدل الماء الجاهز في تربة الحقل مثلاً ١٥ سم فاننا نتوقع ان نخسر ٥٠٪ منه خلال اسبوعين تقريباً عن طريق النتح والتبخر اضافة الى ما يفقد باتجاه الماء الارضي لذا نجد ان معدل فترة الري في الذرة الصفراء هي عادة بين اسبوع الى بضعة ايام اكثر في بعض الحالات . هذا ومن العلامات المتبعة للري بصورة عامة هو مراقبة ذلك بعد شروق الشمس بساعتين مثلاً لانه احياناً يكون النبات معرضاً للجفاف لكنه يبدو بحالة جيدة في الصباح الباكر حيث يقل النتح والتبخر اثناء الليل وحصلت جذوره على بعض الرطوبة من التربة فاستعادت الاوراق انبساطها الطبيعي ، لكن سرعان ما تدلل الاوراق وتلتف بشدة بعد تعرض النبات الى اشعة وحرارة الشمس ومن جهة اخرى تبدو معظم اوراق النبات ملتوية او ملتفة نسبياً عند الظهيرة في ايام الصيف الحارة الجافة ، غير ان ذلك لا يعني ان النبات هو بحاجة الى الري انما هي وسيلة دفاعية فسلجية يحافظ بها النبات على محتواه من الماء (عن طريق التفاف الاوزان) . ان رية ثقيلة للتربة قد تشبع التربة الى عمق ٦٠ ــ ٧٠ سم تكون افضل من عدة ريات خفيفة لا تتعمق الى عمق مناسب يستفيد منه المجموع الجذري .

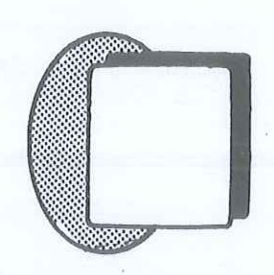
كما ان عملية الري ضرورية لنمو النبات عند عدم توفر الرطوبة للنمو فانها ضرورية كذلك في فترات معينة من حياة بمقارنتها النبات اكثر من غيرها ، لكنها

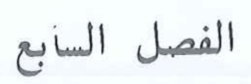
على كل حال تزيد الحاصل بمقارنتها مع المعاملات بدون ري . يشير Aldrich وآخرون ١٩٧٥ ان الباحث Nelson في قسم الزراعة الامريكية في ولاية نبراسكا حصل في حقل مزروع بالذرة الصفراء بالاعتماد على الامطار (٦,٢٥ سم) بدون ري على حاصل قدره ٤,٣ طن/ هكتار بينما حصل على حاصلات اعلى عندما استخدم ثلاث معاملات ري اضافية هي ٣ ريات قبل التزهير الانثوي و ٣ ريات اثناء التزهير الذكري والانثوي و ٦ ريات موزعة خلال الموسم حيث حصل على الحاصلات ٧,٤ و ٩,٠ و ٩,٤ طن/ هكتار ، على التوالي ، وبذا نجد ان اضافة ٣ ريات اثناء فترة التزهير الذكري والانثوي والتي يمكن ان تبدأ قبل ذلك باسبوع او اسبوعين قد اثرت تأثيراً كبيراً على زيادة الحاصل بالمقارنة مع ٣ ريات قبل التزهير الانثوي كما تشابهت مع حاصل الريات الست خلال الموسم مما يؤكد اهمية توفير الماء للنبات طيلة مرحلة التزهير الذكري والانثوي التي تعتبر الفترة الحرجة في حياة نبات الذرة الصفراء .

لقد ادى الري خلال مرحلة التزهير الى تحسين كفاءة الاستهلاك المائي لغاية ٥٠٪ مما هو في معاملة عدم الري والى حوالي ٢٥٪ عما في المعاملتين الاخريين والذي انعكس على زيادة اصل الحبوب . لقد كانت كفاءة الاستهلاك المائي في المعاملة غير المروية والمروية ٣ مرات خلال مرحلة التزهير والمروية ٦ مرات خلال الموسم هي ١٦١ و ٢٣٥ و ١٧٣ كغم/ سم ماء او ١,٦ و ٢,٤ و ١,٧ كغم حبوب/ م^{٣} ماء ، على التوالي .

تشير الدراسات التي اجراها Ouattar واخرون ، ١٩٨٧ (كلا الدراستين) الى ان تعريض النباتات الى قطع الماء بفترة ١٨ يوم بعد التلقيح وحتى النضج لم يؤثر على حاصل الحبوب بالمقارنة مع النباتات التي رويت يومياً (بكامل السعة الحقلية) حيث اعطى النبات الواحد معدل ٢٧٥ غم في هذه المعاملة بالمقارنة مع ٣٠٠ غم للنبات في المعاملة المروية يومياً ، كما ان النباتات التي قطع عنها الماء بعد يومين فقط من التلقيح وحتى النضج اعطت ١٥٠ غم/ نبات فقط مما يشير الى ان قطع الماء عن النبات او تعريضه للشد اثناء الطور الحليبي يؤثر تأثيراً كبيراً على الحاصل اكثر مما لو قطع بعد هذه الفترة (في الطور العجيني وما بعده) وذلك بسبب التأثير في الحالة الاولى على سرعة ونشاط انقسام خلايا السويداء (في الطور الحليبي) بينما بعد هذا الطور يكون التأثير على ترسيب الكاربوهيدرات في الحبوب والتي لا تتأثر كثيراً بالشد الرطوبي في التربة لاعتماد هذه العملية على الماء الموجود في سيقان النباتات حيث يكون كافياً لها . كما وجد Al-kawaz واخرون ١٩٨٣ ان الذرة الصفراء المزروعة في العروة الخريفية في العراق تكفيها ١٤ — ١٥ رية

وبما يعادل ٩ آلاف م^{٣} ماء/ هكتار موزعة على تلك الريات . اما Al-shammari واخرون ١٩٨٥ فقد وجدوا ان ١٠ آلاف م^{٣}/ هكتار اعطت اعلى حاصل حبوب لكنهم لم يستخدموا كمية ماء اكثر من ذلك لمعرفة وجود استجابة لحاصل النبات لها . وقد اختبر Al-kawaz, Al-saad ، ١٩٨٣ ري النباتات بكامل السعة الحقلية و ٠,٧٥ و ٠,٥٠ منها ووجدوا ان اعلى حاصل حبوب (٥,٣٣ طن/ هـ) مع اعلى حاصل مادة جافة (سيقان + اوراق = ٢٢,٦ طن/ هـ) كان عند الري في الموسم بمعدل حوالي ٨٥ سم ماء وكان الاستهلاك المائي اليومي للنبات هو بحدود ٠,٩ سم يومياً على طول الموسم وبلغ اقصاه (١,٤ سم) اثناء مرحلة التزهير وانخفض حاصل الحبوب بدرجة كبيرة عند الري باقل من ٠,٧٥ من السعة الحقلية ، ومما يذكر ان تلك الدراسات لم تحسب الماء الراشح الى اعماق التربة (ماء الصرف) ، كما ان عمق الري كان بحدود ٢٠ سم من العمق الجذري فقط والالكانت كميات الماء المستخدمة حقلياً اكبر بكثير مما ذكر في الدراسة وقد حصل Al-Delamy ، ١٩٨٧ على نتائج مشجعة حول تداخل تأثير الري x الاسمدة المركبة ، فقد وجد ان تسميد الذرة الصفراء لكافة المعاملات بمقدار ١٢٠ كغم/ هكتار من سلفات البوتاسيوم ومقارنة المعاملات صفر و ٨٠ و ١٦٠ و ٢٤٠ كغم/ هكتار من كل من النايتروجين وخامس اوكسيد الفسفور مع الري عند استنزاف ٣٠٪ و ٥٠٪ و ٧٠٪ من الماء الجاهز ان اعلى حاصل كان بالتسميد بمعدل ٢٤٠ كغم/ هكتار من النايتروجين والفسفور والري عند استنزاف ٣٠٪ من الماء الجاهز حيث اعطت المعاملة الري عند استنزاف ٧٠٪ من الماء الجاهز وبدون تسميد حاصلاً قدره ٢,٦ طن/ هكتار بينما اعطت المعاملة المروية باستنزاف ٣٠٪ من الماء الجاهز والمسمدة بمقدار ٢٤٠ كغم/ هكتار لكل من النايتروجين وخامس اوكسيد الفسفور حاصلاً قدره ١٢ طن/ هكتار .





الفصل السابع

الوقاية من الادغال والحشرات

ربما يكون عام ١٩٤٤ اول بداية تاريخية لمعرفة تاثير بعض المواد الكيمياوية على النباتات عريضة الاوراق ، عندما لوحظ ان المركب 2,4-D منظم النمو المعروف له تأثير فعال على قتل النباتات العريضة الاوراق بصورة انتخابية (من دون النباتات الرفيعة الاوراق مثل الذرة الصفراء) عن طريق هدمها لغشاء البلازما (denaturation of plasma membranes) .

انه من حسن الحظ ان معظم مواد مكافحة الادغال المستخدمة على حقول الذرة الصفراء ترش لمعاملة التربة قبل الزراعة او قبل الانبات وبذا فان انتقالها الى النباتات الاخرى وتلويث البيئة يعتبر من الامور المحدودة الخطورة على الرغم من ان نفاذيتها داخل التربة لها جوانب اخرى على النباتات اللاحقة من غير الذرة الصفراء وعلى تلوث الماء الارضي . سوف نتطرق في هذا الباب الى بعض المواد الشائعة في مكافحة ادغال الذرة الصفراء علما بان المواد المستخدمة عالميا كبيرة بحيث يصعب حصرها والتعرف بها في هذا العرض الموجز .

لايوجد مبيد واحد يقتل جميع نباتات الادغال غير المرغوبة في الحقول المزروعة ، وبذا لابد من التخطيط اولا لمعرفة خواص التربة التي يناسبها مبيد دون اخر وكثافة ونوع نباتات الادغال المنتشرة في الحقل ومواقع تكاثرها في البقع المختلفة من الحقل يعمد البعض احيانا الى استخدام توليفات معينة من مبيدين مختلفين للقضاء على مجموعة اكبر من نباتات الادغال ويكون برنامج المكافحة فعالا اكثر فيما لو اتخذت كافة التدابير لمنع انتشار بذور تلك النباتات وذلك عن طريق سد منافذ السواقي بالمشبكات السلكية ومكافحة نباتات الادغال النامية على السواقي لمنع تكوينها للبذور وانتشارها مرة اخرى في المساحات المزروعة عن

طريق انتقالها بواسطة الرياح او المياه او اية واسطة اخرى من حيوانات وطيور ومعدات حقلية وغيرها .

تأثير الادغال على الحاصل والتبكير في مكافحتها

ان المرحلة الحساسة لنباتات الادغال التي تنافس بها نباتات الذرة الصفراء هي خلال الاسابيع (٣ ـ ٥) الاولى من زراعة المحصول ، حيث يجب ان تكافح نباتات الادغال خلال تلك الفترة والتخلص منها وبعد تلك المرحلة وعندما تكون نباتات الادغال بارتفاع ١٥ ـ ٢٠ سم فانها تكون قد اثرت فعلا في خفض حاصل المحصول حتى ولو قطعت ، لذا فان المكافحة المبكرة عن طريق اضافة المواد الكيمياوية قبل الزراعة او قبل البزوغ هي الطريقة الفعالة في التخلص من تأثير نباتات الادغال . يمكن ملاحظة جدول ٧ ـ ١ للاطلاع على مدى الخسارة التي تحدث في حاصل الذرة الصفراء لدى وجود نباتات عرف الديك (pigweed) في احد حقول الذرة الصفراء في تجربة مصممة لهذا الغرض .

جدول ٧ ـ ١ الخسارة في حاصل حبوب الذرة الصفراء نتيجة وجود كثافات مختلفة من نباتات عرف الديك في خطوط الذرة الصفراء (Aldrich وآخرون ١٩٧٥)

كثافة الدغل	حاصل الذرة الصفراء طن / هـ	مقدار الخسارة طن / هـ
صفر	٦,٨	ـ
نباتات لكل متر	٦,٤	٠,٤
نبات لكل نصف متر	٥,٨	١,ـ
نبات لكل ٢٥ سم	٥,٧	١,١
نبات لكل ١٢,٥ سم	٤,٩	١,٩
نبات لكل ٢,٥ سم	٤,٢	٢,٦
نباتات عديدة	٤,ـ	٢,٨

تعتبر اضافة مواد مكافحة الادغال قبل الزراعة اي اثناء اعداد مرقد البذور من الوسائل الفعالة لمكافحة الادغال ، حيث تكون التربة فيها بعض الرطوبة فتكون المواد المستخدمة فعالة في القضاء على بذور تلك الادغال ومنعها من

الانبات . هناك بعض المواد تحتاج الى خلط (incroporation) مع التربة وعادة تكون هذه العملية في الطبقة السطحية من التربة (جوالي ٥ سم) وهي الطبقة التي تتواجد فيها اكبر نسبة من بذور الادغال وتستخدم الامشاط القرصية لذلك ويجب الاعتناء بتوزيع المادة على تربة الحقل واعتماد التركيز الموصى به لتلك المادة . ان مادة المبيد تنزل الى عمق التربة بما يعادل نصف العمق الذي تصل اليه اقراص الامشاط ، فاذا كانت الامشاط القرصية تتوغل الى عمق ١٠ سم ، فاننا نتوقع ان يكون المبيد قد انتشر على عمق ٥ سم من التربة وهو عادة كما اسلفنا العمق المناسب للمكافحة ، كما انه يمكن استخدام العازقة الدوارة بصورة كفوءة لهذا الغرض ، اما المواد الاخرى المستخدمة للمكافحة فيكتفي برشها على سطح التربة فقط كما هو الحال مع مادة الاترازين الشائعة الاستعمال في العراق لانه ليست كل مواد المكافحة تحتاج الى خلط مع التربة ، علما ا ان معظم مستخدمي مبيدات الادغال يفضلون الانواع التي لاتحتاج الى خلط في التربة لانها عملية اضافية (عملية الخلط) تكلف المال والوقت والجهد .

تختلف مواد مكافحة الادغال في قابليتها على الذوبان وبذا لو وزعت الذرة الصفراء في مناطق جافة سواء بالاعتماد على الرى القليل او الامطار في بعض المناطق فان اختلافاً كبيراً في تأثير نفس المبيد على قتل نباتات الادغال سوف يحصل تبعاً لاختلاف رطوبة التربة ، وكلما تأخر الماء في الوصول الى الحقل لترطيب المادة واذابتها كلما ازداد الفقد منها وقل مفعولها ، واذا كانت المادة المستخدمة عالية الذوبان في الماء فان احتمال غسلها الى اعماق التربة يكون كبيراً وربما يقل مفعولها اذا كان الماء المتوفر في التربة كثيراً الى الحد الذي يفسلها منها ، كما ان المواد القليلة الذوبان يكون مفعولها محدوداً اذا كان الماء في التربة محدوداً لكنها تبقى لمدة اطول ذات فاعلية في قتل نباتات الادغال . اذا ظهرت الادغال ونمت في حقول الذرة الصفراء ولم تؤثر المكافحة اما بسبب عدم كفاية الرطوبة او عدم توفر الماء في الوقت المناسب او لعدم فعالية المبيد لكونه قد مضى عليه زمن طويل او خزن في ظروف غير جيدة فيمكن استخدام 2,4-D لقتل نباتات الاوراق العريضة . يشيع في العراق استخدام الاترازين بمعدل ٤ كغم/ هكتار وذلك قبل البزوغ او قبل الزراعة .

تستخدم احياناً توليفات من السماد النايتروجيني (الوجبة الثانية) على شكل محلول من نترات الامونيوم او اليوريا تخلط مع جرعة مناسبة من مبيد 2,4 -D وترش عند اسفل نباتات بارتفاع ٣٠ ــ ٤٠ سم وحيث ان هذا المبيد هو انتخابي ، فان ضرراً ما لايحتمل ان يحصل لنباتات الذرة الصفراء بينما تموت

نباتات الادغال النامية . ان استخدام هذه الطريقة مع هذا المبيد تكون مفيدة عندما تكون نباتات الادغال هي من نوع عريضة الاوراق ، اما لو كانت من نوع رفيعة الاوراق فلا فائدة من استخدام هذا المبيد . في حالة التسميد بالاسمدة المركبة N-P-K عند الزراعة يمكن ان يستخدم مبيد الاترازين معها لاجراء عمليتي التسميد ومكافحة الادغال في نفس الوقت . بعض المبيدات ذات الاثر المتبقي الضار على النباتات الاخرى من غير الذرة الصفراء تمنع اتباع نظام تعاقب المحاصيل او الدورات الزراعية ، لذا ينصح باستخدام بعض المواد الكيمياوية ذات الاثر المتبقي القليل التأثير على المحصول اللاحق ومحاولة استخدامها بكميات قليلة عن طريق رشها فقط عند خطوط زراعة الذرة الصفراء بدلا من رش كافة ارض الحقل وبذا تقل الكمية المستخدمة في وحدة المساحة مما يسمح باعتماد نظام الدورات الزراعية (تعاقب المحاصيل) .

ايهما افضل العزق ام المكافحة ؟

لاشك في ان عملية عزق نباتات الادغال في المراحل الاولى من نموها وقبل ان تتكون البذور عملية فعالة في القضاء على الادغال ، الا ان ذلك لا يمكن اجراؤه دائماً لان الادغال عندما تنمو في البداية لا يظهر حجمها دائماً بصورة واضحة حتى اذا نمت واستفحلت رأي المزارع أنه لابد من مكافحتها وفي تلك الاثناء تكون اعداد كبيرة منها قد انتجت بذوراً ، ومع ذلك فقد اجريت دراسات مستفيضة عن مقارنة تأثير العزق بدون مكافحة ومع المكافحة وكانت نتائج ابحاث جامعة السينوي على مدى ست سنوات هي كما يلي :

١ ـ ان استخدام العزق بمفرده ساعد على انتشار نباتات الادغال من سنة لاخرى بصورة غريبة حيث تجمعت البذور بنسب عالية في التربة وظهرت اعداد نباتات الادغال بصورة عالية في السنة السادسة .

٢ ـ ان زراعة محصول الذرة الصفراء لوحده كل عام يساعد على القضاء على مجموعة معينة من الادغال ويسمح بنمو نباتات اخرى .

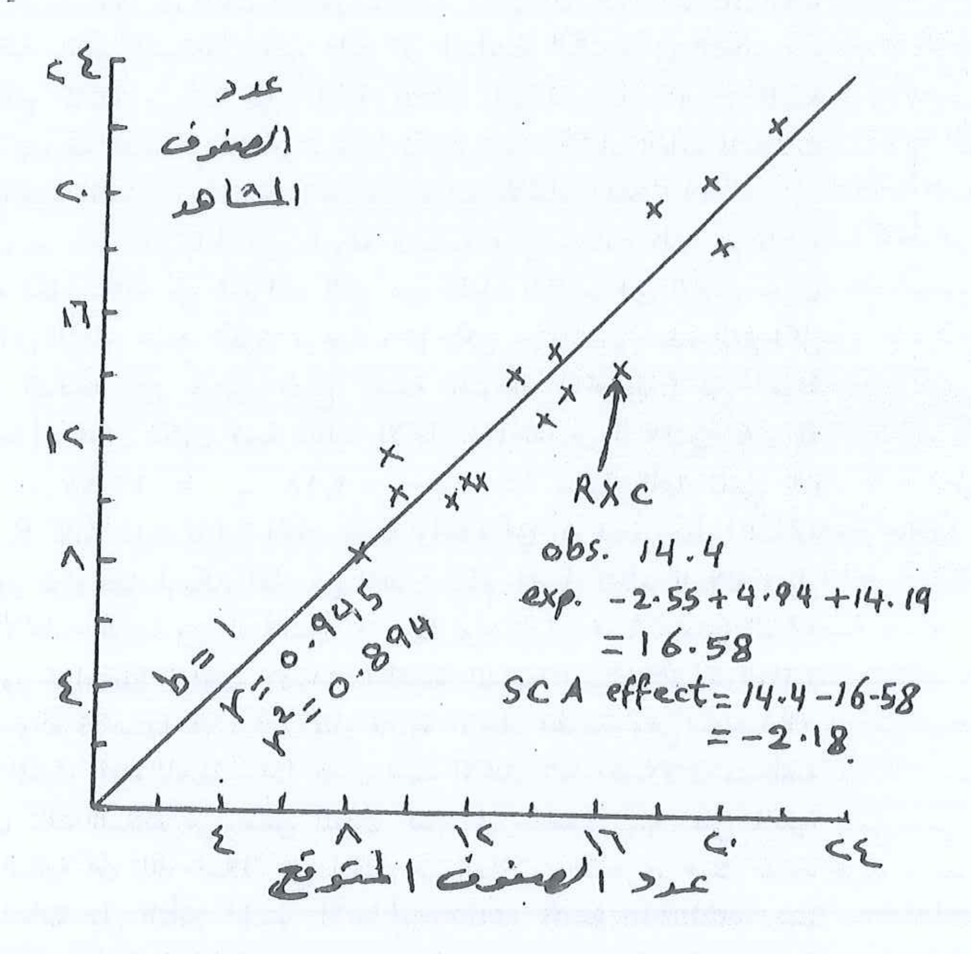
٣ ـ ان استخدام نفس المبيد الكيمياوي للادغال كل عام قد ساعد على قتل النباتات ذات الاوراق الرفيعة والعريضة على السواء في السنوات الاولى ، الا أن بعض نباتات الحشائش بدأت في الظهور في السنوات الاخيرة من المكافحة ، مما يحتم ضرورة تبديل المبيد كل عام او عامين .

جدول ١٢ ـ ٣ القيم المتوقعة للقائح حول صفة عدد الصفوف للعرنوص التي تم حسابها بالطريقة المنوه عنها .

	A	B	C	D	E
P	10.98	17.45	19.28	12.18	11.82
Q	13.24	19.71	21.54	14.94	14.08
R	8.28	14.75	16.58	9.48	9.12

Grand total = 213.43

Grand mean = 14.23



شكل ١٢ ـ ٦ خط الارتباط بين القيم المتوقعة والقيم الواقعة لصفة عدد الصفوف في العرنوص في اللقائح المدروسة . ان الانحرافات عمودياً او افقياً عن الخط تمثل قابلية الاتحاد الخاصة التي تكون سالبة الى يمين الخط وموجبة الى يساره .

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 . \Sigma y^2}} = 0{\cdot}945$$

$$r^2 = 0{\cdot}894$$

وكذلك قيمة الارتداد (b) حسب المعادلة :

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = 1$$

ان الانحراف العمودي او الافقي عن الخط المستقيم للارتباط يمثل قيمة قابلية الاتحاد الخاصة ، فاذا كانت الى يمين الخط المستقيم فانها تكون سالبة واذا كانت الى يساره فانها تكون موجبة ومما تجدر الاشارة اليه ان قيمة قابلية الاتحاد العامة تساوي قيمة(r^2) وتساوي في المثال المذكور ٠,٨٩٤ ، اي ان الارتباط كان عالياً بين القيم الواقعة والقيم المتوقعة ويعنى ذلك ان المساهمة الكبيرة في التغاير بين حاصلات اللقائح كانت متسببة عن قابلية الاتحاد العامة بينما ساهمت قابلية الاتحاد الخاصة بدرجة قليلة في التغاير ، وبذا تكون قيمة الاتحاد العامة للسلالات هي ٠,٨٩٤ والجزء المتبقي من قيمة واحد هو لقابلية الاتحاد الخاصة (٠,١٠٦) . انه من خلال رسم خط الارتباط على الورقة البيانية يمكن حساب كافة قيم قابلية الاتحاد الخاصة لكل سلالة من انحراف القيم عن الخط المستقيم الى اليمين حيث تكون سالبة والى اليسار حيث تكون موجبة ، كما يمكن حسبا نفس هذه القيم لكل سلالة بالارقام الدقيقة عن طريق طرح القيمة المتوقعة (المحسوبة) من القيمة الفعلية (الواقعة) ، فمثلاً تكون قيمة قابلية الاتحاد الخاصة بين السلالتين C و R هي : ١٤,٤٠ ـ ١٦,٥٨ = ـ ٢,١٨ ، وحيث انها سالبة فانها تعني ان السلالتين C و R كانتا ذات قابلية اتحاد خاصة واطئة اي ان قيمة صفتها الناتجة من نباتات بذور تزاوجها لم يكن اكثر من المعدل العام لحاصل لقائح السلالة ، ولو اخذنا قابلية الاتحاد الخاصة بين السلالتين C و Q لوجدنا ان قيمة صفتها الناتجة من نباتات بذور تزاوجها تساوي ٢١,٥٤ (القيمة المتوقعة) بينما القيمة الواقعة تساوي ٢٢,٥٠ والفرق بينهما هو ٠,٩٦ يمثل قابلية الاتحاد الخاصة وهي موجبة اي انها افضل من المعدل العام للصفة . اذا كانت قيمة الاتحاد العامةللسلالات منخفضة فذلك يعني ان تلك السلالة هي ضمن المعدل العام في حاصلها بينما تعني قابلية الاتحاد العامة العالية ان تلك السلالة هي افضل من السلالات الاخرى حيث تعتمد قابلية الاتحاد العامة على التأثير الجيني الاضافي (addition gene action) بينما تعني قيمة الاتحاد الخاصة الواطئة ان تلك الهجن التي تضمنت السلالة المدروسة اعطت حاصلاً كما هو متوقع حسب قيمة قابلية الاتحاد العامة اما القيمة العالية

جدول ٧ ـ ٢ بعض مشاكل النمو على الذرة الصفراء حسب مراحل نموها واسبابها .

١ ـ المرحلة الاولى (قبل البزوغ)

المشكلة	المسبب
الطور الاول (قبل البزوغ)	
١ . البذور المزروعة غير نابتة	أ . اما بسبب الجفاف
	ب . او بسبب تأثير السماد سيما الامونيا
	جـ . او مازالت درجة الحرارة منخفضة
٢ . البذور بعد الحفر كانت متعفنة	اصابة بالفطريات مثل Pythium او diplodia او Gibberella
٣ . البذور نابتة لكنها لم تخرج فوق سطح التربة	١ . تكون قشرة سطحية من التربة
	٢ . زراعة عميقة
	٣ . رطوبة عالية
	٤ . التربة غير منعمة جيداً



شكل ٧ ـ ١ تفحم الذرة الصفراء (corn smut) على العرنوص الاعلى (الرئيسي) مما سبب عدم تكوين اية حبوب فيه بعد امتلائها بالسبورات من الفطر المسبب للمرض.

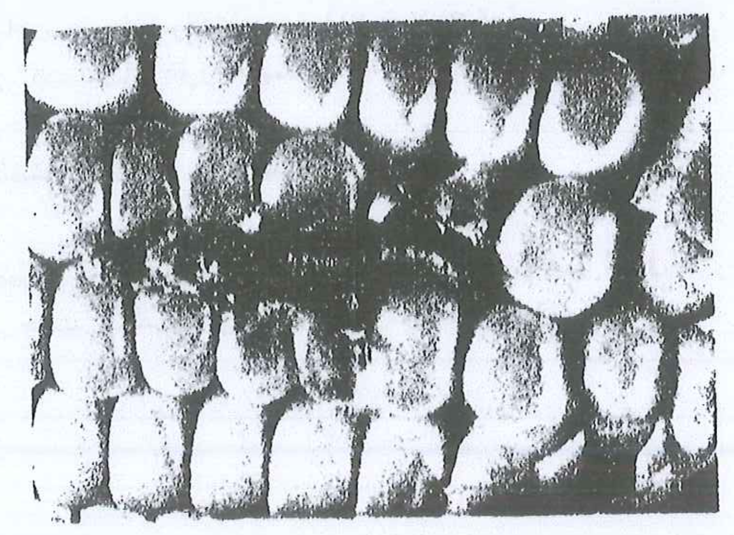


شكل ٧-٢ عرنوص علوي (رئيسي) للذرة الصفراء مصاب بالتفحم (corn smnt) تلاحظ النموات الطويلة بوضوح والممتلئة بسبورات الفطر وهي مرحلة متقدمة عن الشكل السابق .

شكل ٧ – ٣ عرانيص ذرة صفراء مصابة بالعفن A- ديلوديا B- فيوزاريوم C- جبريلا



شكل ٧ ـ ٤ . عرنوص ذرة صفراء مصاب بدودة العرنوص **corn earworm**



شكل ٧ ـ ٥ عرنوص ذرة صفراء مصاب بحشرة حفار الساق **European corn borer**

المشكلة	المسبب
٤ . البذور محفورة وماكولة والتفرعات مقطوعة .	يرقات او ديدان او نمل او طيور او فئران

الطور الثاني (بعد البزوغ)

٥ ـ البادرات طبيعية لكنها لاتنمو	ضعف في خصوبة التربة
٦ . اصفرار النباتات	نقص نايتروجين
٧ . حواف الاوراق مصفرة او ميتة	نقص بوتاسيوم
٨ . قمم الاوراق وردية ـ محمرة	نقص فسفور
٩ . خطوط بيضاء ـ مصفرة بين العروق	نقص مغنيسيوم او حديد
١٠ . خطوط بيضاء على طول العروق	نقص كبريت
١١ . بقع بيضاء واسعة عند قواعد الاوراق	نقص زنك
١٢ . التفاف الاوراق وذبول النبات	جفاف او وجود حشرات تتغذى على الجذر
١٣ ـ التفاف الاوراق على بعضها باحكام	صفة وراثية
١٤ . النباتات تذبل وتموت فجأة	ديدان خيطية (wireworms)
١٥ . حواف الاوراق ماكولة	يرقات دودة (armyworm)
١٦ . النباتات ملتوية (غير طبيعية)	ضرر مبيدات

الطور الثالث (مرحلة الاستطالة)

في هذه المرحلة تتضح معظم الاعراض التي قد تصيب نبات الذرة الصفراء في الحقل . سيما نقص العناصر حيث تختلف اعراض النقص في هذه المرحلة عما في سابقتها .

المشكلة	المسبب
١٧ . سقوط النباتات او انحناءها	ديدان الجذور او حفار الساق(corn borer) ، وقد وجد الحصاني وعلى (١٩٧٨) أن نسبة الاصابة في الموسم الربيعي حوالي ٢١ ٪ والخريفي ١٥ ٪ وتختلف باختلاف التركيب الوراثي ، وتكافح بالدايازينون المحبب او السائل .
١٨ . الاوراق بيضاء تماماً وجافة عند القمة	ضرر الحرارة العالية
١٩ . خطوط بيضاء في بعض الاوراق لبعض النباتات او جفاف الاوراق	صفة وراثية ، اعراضها فسلجية وليست مرضية (اليونس والبلداوي ،١٩٧٨)
٢٠ . وجود ثآليل رمادية او ملونة على الاوراق او النورة الذكرية	تفحم
٢١ . موت بعض الاوراق او النباتات	ضرر السماد النايتروجيني
٢٢ . تقزم النباتات مع اوراق صفراء او حمراء ،النبات بدون عرنوص او بعرنوص ذي حامل طويل	موزاييك تقزم الذرة الصفراء

الطور الرابع (التزهير حتى النضج)

المشكلة	المسبب
٢٣ . لم تظهر الحريرة او تاخرت	الكثافة عالية او نقص خصوبة
٢٤ . الحريرة ماكولة	يرقات او حشرة بالغة لدودة الجذر (rootworm)
٢٥ . بقع كبيرة ماكولة من الاوراق	الجراد
٢٦ . الحبوب محفورة وماكولة	يرقة العرنوص (corn earworm) او حفار الساق (corn borer)
٢٧ . الاوراق والسيقان وردية ـ محمرة	صفة وراثية
٢٨ . جفاف نباتات قبل نضجها	تعفن الساق (stalk rot)

المشكلة	المسبب
٢٩ . اوراق جافة على النبات	لفحة الاوراق (leaf blight)
٣٠ . سيقان بدون عرانيص	كثافة عالية او نقص خصوبة او عوامل اخرى .
٣١ . عرنوص كبير وحبوب قليلة	موت حبوب اللقاح بسبب الحرارة او تغذى يرقات على الحريرة

الطور الخامس (النضج حتى الحصاد)

المشكلة	المسبب
٣٢ . تكسر السيقان عند تحت العرنوص (بين العقد)	تعفن الساق (diplodia) او pythium غير ذلك .
٣٣ . تكسر السيقان عند تحت السرنوص (عند العقد)	تعفن الساق gibberella او التبقع البني (brown spot)
٣٤ . تكسر السيقان فوق العرنوص	حفار الساق
٣٥ . سقوط العرانيص مع حواملها	حفار الساق
٣٦ . سقوط العرانيص بدون حواملها	صفة وراثية للصنف
٣٧ . تعفن العرنوص وحبوبه بدرجة كبيرة	امراض التعفن مثل diplodia و gibberella وغيرها
٣٨ . تعفن محدود على العرنوص	Fusarium او penicillium

الطور السادس (الخزن)

المشكلة	المسبب
٣٩ . تعفن العرانيص والحبوب	انواع العفن المختلفة بسبب تكسر الحبوب الميكانيكي او ارتفاع نسبة الرطوبة .
٤٠ . خطوط حمراء على الحبوب	وجود توكسين متسبب عن اصابة بالحلم
٤١ . العرانيص كبيرة غير اعتيادية	ربما بسبب الكثافة الواطئة

المشكلة	المسبب
٤٢ . العرانيص صغيرة غير اعتيادية .	قلة الخصوبة او الجفاف او كثافة عالية .
٤٣ . وجود تنخر في الحبوب .	اصابات حشرية مختلفة .

اهم المسببات لامراض العفن على الذرة الصفراء :

١ .	**Diplodia maydis**	اكثرها شيوعاً في الحقل وهي
٢ .	**Gibberella zeae**	تنتشر على الحبوب عندما تكون نسبة
٣ .	**Nigrospora oryzeae**	الرطوبة فيها اكثر من ٢٠ ٪ عادة
٤ .	**Fusarium moniliforme**	
٥ .	**Aspergillus spp.**	ينتشران على الحبوب اثناء الخزن
٦ .	**penicillium spp.**	ويعيشان حتى عند رطوبة ١٤ ٪

حصاد الذرة الصفراء

حصاد النباتات للسايلج

تعتبر نباتات الذرة الصفراء مصدراً ممتازاً لعمل السايلج لعلف الحيوانات . عندما تزرع الذرة الصفراء لغرض العلف فأنها تزرع بكثافة عالية تصل الى اربعة اضعاف الكثافة النباتية لانتاج الحبوب او تزيد احياناً . تعطي نباتات الذرة الصفراء التي تحصد لأغراض السايلج حوالي ٧٠ ٪ زيادة في الوزن الجاف عن تلك التي تزرع للحصول على الحبوب فقط . نباتات الذرة الصفراء مستاغة جداً من قبل الحيوانات وهي ذات طاقة غذائية عالية سيا عندما تقطع في الوقت المناسب وتحفظ وتحضر بالطريقة السليمة لانتاج السايلج وخزنه . تقطع نباتات الذرة الصفراء لغرض السايلج عندما تكون الحبوب قد تجاوزت مرحلة الطور الحليبي وبدأت بالتصلب النسبي حيث تبدو كافة الحبوب منفوزة (dented) ، ويمكن معرفة ذلك من نسبة الرطوبة كذلك في تلك البيئة لكنها عادة غير ثابتة لانها تختلف باختلاف الصنف وموسم الزراعة والكثافة النباتية وعوامل النمو الاخرى (هذه المرحلة تقريباً حوالي اسبوعين قبل الحصاد للحصول على الحبوب) .

يصنع السايلج على مرحلتين ، الاولى انتاج حامض قوي من قبل الاجزاء المقطوعة يعطي درجة تفاعل بين ٤,٠ ــ ٤,٥ ويمنع بذلك نمو الاعفان المختلفة وتستهلك كافة كميات الهواء الموجودة في حيز التخمير (السايلو) او المكان المحفوظ فيه السايلج للتخمر . تستهلك عملية التخمر هذه حوالي ٢ ــ ٣ ٪ من القيمة الغذائية للسايلج في الظروف الجيدة لكن هذه النسبة قد ترتفع الى ٣٠ ٪ اذا كانت الاجزاء النباتية المتطورة من الذرة الصفراء جافة . تكون النباتات الداكنة الخضرة وغير الناضجة الحبوب ذات وزن مادة جافة واطيء ورطوبة عالية . فاذا

استخدمت في هذه المرحلة فان كميات كبيرة من الماء سوف تنساب الى القعر او الى خارجه باعثة رائحة التخمر ، لذا لابد من اختيار الوقت المناسب للقطع كما اسلفنا . في اليومين الاولين من خزن السايلج او تخميره ترتفع درجة حرارته بسبب تنفس الخلايا الحية للاجزاء النباتية وفي اليوم الثالث يبدأ العفن (mold) بالنمو ويكون تنفس الخلايا النباتية في هذه الفترة قد توقف ، فاذا كان سايلو السايلج محكم الاغلاق فان الهواء الموجود فيه سوف ينفذ ويتوقف نمو العفن ، وهذه هي الظروف الجيدة لعمل السايلج (احكام غلق السايلو) . اما اذا كان السايلو غير محكم الغلق ، فان العفن سوف يستمر بالنمو ويستهلك نسبة كبيرة من الطاقة الغذائية الموجودة في الاجزاء النباتية المخمرة ، وباستمرار هذا النمو تستمر درجة الحرارة بالارتفاع وتزداد مع ذلك نسبة المواد الغذائية المستهلكة . اذا كان احكام السايلو جيداً فان الحرارة سوف ترتفع في الجزء العلوي منه فقط حيث يتوافر الهواء هناك اكثر حتى اذا فقد هذا الهواء توقف نمو العفن وتوقف معه ارتفاع درجة الحرارة . يوضح جدول ٧ ـ ٣ كمية الماء اللازم اضافتها الى وزن معين من السايلج برطوبة معينة للحصول على النسبة الملائمة للرطوبة في السايلج للحصول على التخمر الجيد .

جدول ٧ ـ ٣ كمية الماء اللازم اضافتها الى السايلج حسب وزنه ونسبة الرطوبة فيه للطن الواحد منه للحصول على رطوبة ٦٥٪ .

نسبة الرطوبة في السايلج	الماء المضاف (لتر)
٦٠	٧٦
٥٥	١٦٥
٥٠	٢٧٢
٤٥	٤٠٣

ان تقطيع النباتات الى اجزاء صغيرة قبل تخميرها عملية اساسية لضمان تقليل الهواء بين الاجزاء النباتية ، كما ان اضافة كمية مناسبة من الماء اذا كانت الاجزاء جافة تساعد على طرد الهواء وتسرع في عملية التخمر فيقل بذلك نمو العفن . ان قياس نسبة الرطوبة في السايلج عملية تكاد تكون صعبة لسبب واحد رئيسي هو تباين الاجزاء النباتية فهناك السيقان الصلبة والاوراق الغضة والحبوب المختلفة التركيب عن الاجزاء الاخرى ، لذا لابد من اخذ عينة او اكثر بوزن نصف كغم او كغم واحد وتعاد عدة مرات من عدة مواقع تؤخذ عشوائياً وتجفف

في الفرن على درجة ٩٥ مْ لمدة ٣ ساعات ثم يدقق بعدها ثبات الوزن ، فاذا كانت العينة كيلوغراماً واحداً وجففت وبقي منها ٣٠٠ غرام مادة جافة فان نسبة الرطوبة المئوية تساوي ١٠٠٠ ـ ٣٠٠ = ٧٠٠ غم ماء لكل ١٠٠٠ غرام من السايلج اي ٧٠٪ . ان الرطوبة المناسبة لعمل السايلج كما ذكرنا قبل قليل يفضل ان تكون بين ٦٠ ـ ٦٥٪ . يمكن ان تكون لتر او غالون في الدقيقة او الساعة تعطي تلك الحنفية ثم بعد ذلك تفتح الى الوقت المناسب الذي تم تقديره على ذلك الاساس .

ماذا يضاف للسايلج ؟

تحوي الاجزاء النباتية للذرة الصفراء كافة انواع البكتريا الضرورية للتخمر ولم تنصح اية محطة ابحاث او دراسة علمية اضافة اي نوع خاص من البكتريا الى السايلج ، غير ان بعض الدراسات اكدت ان اضافة ٤ ـ ٥ كغم للطن من كل من حجر الكلس واليوريا تكون ذات فائدة في زيادة نسبة البروتين في الماشية التي تتغذى على هذا السايلج . جربت كذلك اضافة كميات من الامونيا لنفس الغرض .

تتركز ٤٠٪ من الطاقة الغذائية في السايلج في اوراق النبات والسيقان واغلفة العرانيص ، لذا لابد من قطع هذه الاجزاء بصورة جيدة وقطعها للسايلج بالرطوبة المناسبة اذا قطعت الذرة الصفراء برطوبة ٢٥٪ في الحبوب فان ذلك لايكفي لانتاج سايلج بدون تعفن ، حيث ان نسبة الرطوبة تكون في هذه الحالة بحدود ٥٠٪ في بقية الاجزاء النباتية ، وعليه لابد من اضافة الماء لرفع الرطوبة الى ٦٥٪ في عينة السايلج الكلية وكما مر بنا قبل قليل .

ان هكتارا واحدا من نباتات الذرة الصفراء ينتج من علف السايلج مايكفي لتغذية ٦٠٠ بقرة ليوم واحد . قد يعمد البعض الى عمل السايلج من بقايا الذرة الصفراء بدون العرانيص وهذه تحتاج الى بعض الدراسات لمعرفة قيمتها الغذائية وحسب نوع الاجزاء المستخدمة ، كما يمكن اضافة معدل ١٠٠ كغم من حبوب الذرة الصفراء لكل طن من هذه الاجزاء لتحسين قيمتها الغذائية . تشير بعض الابحاث ان زراعة الذرة الصفراء بدرجة كثيفة جدا (١٠٠ ـ ١٢٥ كغم بذور/ هكتار) تعطي حاصلا قد يتجاوز ٢٠٠ طن سايلج أو سماد اخضر/ هكتار وذلك اذا زرعت في خطوط على مسافة ١٥ ـ ٢٠ سم فقط .

تجمع النترات في اجزاء النبات

اذا تعرضت نباتات الذرة الصفراء للجفاف وكانت التربة حاوية على كميات كبيرة من النايتروجين فان قسما من الاوراق السفلى (سيما المزروعة بكثافات عالية) تحوي نسبة اعلى من النترات بسبب قلة وصول اشعة الشمس اليها ، اما الاجزاء النباتية الاخرى فانها تكون قد استنفدت النايتروجين لتصنيع البروتين . هذا وتعتبر ظاهرة تسمم الحيوانات بالذرة الصفراء نتيجة تجمع النترات فيها من الحالات النادرة . ان تجمع النترات في اجزاء الذرة الصفراء له عدة اسباب منها زراعة الذرة الصفراء بعد عدة محاصيل بقولية وتجمع النايتروجين في التربة بكميات كبيرة ، كما ان الجفاف يقلل من فعالية انزيم النايتريت ردكتيز (nitratease reductase) فيتجمع النايتروجين وتعمل الكثافة النباتية العالية على وصول الضوء الى الاجزاء السفلى من النباتات فتقل فعالية الانزيم المذكور ، ويفعل مثل هذا الجو الغائم كذلك . يؤثر النقص الحاد لبعض العناصر الاخرى في التربة على تمثيل النايتروجين فتجمع في النبات . تستخدم عدة تعابير لوصف حالة النايتروجين في الاجزاء النباتية ، فاحيانا تستخدم نسبة النايتروجين او نسبة النترات او نترات البوتاسيوم وفيما يلي العلاقة بين هذه التعبير :

$$N\% \times 4.4 = \%NO_3$$
$$N\% = NO_3\% \ /4.4$$
$$N\% \times 7.2 = \%KNO_3$$
$$N\% = KNO_3\% \ /7.2$$
$$NO_3\% \times 1.6 = \%KNO_3$$
$$NO_3\% = KNO_3\% \ /1.6$$

تختلف الحيوانات في قابلية تحملها للنترات وذلك حسب نوعها وحجمها وحالتها الصحية وهل اخذت النترات مع كمية من الماء ام كمية من العلف والحالة الثانية تساعدها اكثر للتحمل . تعتبر الجرعة المميتة من النترات هي بحدود ٠,٩٣ ٪ (NO_3) او مايعادل ٠,٢١ ٪ نايتروجين او ١,٥ ٪ نترات البوتاسيوم من مجموع الوجبة الماكولة . هذا وقد اجرى بعض الباحثين دراسة موسعة حول هذه الجرعة المميتة نسبة الى وزن الحيوان فوجد انه يمكن القول ان اكل الحيوان لمقدار ٠,٣ ــ ٠,٦ غم من النترات لكل كيلو غرام واحد من الوزن الحي للحيوان قد يكون مميتا بالنسبة للابقار واقل من ذلك بقليل للاغنام ، اما الدواجن فانها تتأثر بدرجة اقل من غيرها . ان التسمم بالنترات اساسه هو ان النترات تتحول داخل معدة المجترات

الى نتريت (NO_2^-) وهذا يقوم بدوره باختزال الاوكسجين من الدم . هناك اعتقاد بان نسبة النترات العالية في العلف قد تسبب الاجهاض للعجلان الحوامل لكن هذا الامرغير مؤكد لحد الان . يعتبر النتريت NO_2^- اكثر سمية من النترات (NO_3^-) مرتين ونصف للحيوانات المجترة وعشر مرات لغير المجترات ، الا أنه (النتريت) لايحتمل ان يتجمع في الاجزاء النباتية مثل النترات .

خزن السايلج بالنترات العالية :

يمكن التعامل بصورة امينة في حفظ السايلج العالي بالنترات واعطائه للحيوان بدون اية مخاوف اذا تم اجراء الاتي على النباتات المأخوذة من الحقل :

١ ـ عدم اعطاء النباتات وهي خضراء بل تقطع وتخزن للسايلج حيث تفقد هذه الاجزاء النباتية بين ٢٠ ـ ٥٠٪ من النترات خلال بضعة اسابيع من الخزن في السايلو ، مع ضرورة مراقبة الغاز الناتج وتصريفه بصورة امينة في هذه الحالة .

٢ ـ من الافضل ترك النباتات تنضج اكثر من المعتاد لعمل السايلج حيث تقل نسبة النترات فيها بسبب نضج الحبوب .

٣ ـ تحصد النباتات لثلثيها فقط اي يترك الثلث الاسفل من النباتات في الحقل حيث يحوي الجزء الاكبر من النترات .

٤ ـ اضافة بعض حبوب الذرة الصفراء الى السايلج او تقدم الى الحيوان اثناء تقديم السايلج لها .

٥ ـ يفضل اعطاء هذا السايلج الى حيوانات التسمين بدلا من حيوانات الحليب .

٦ ـ يستحسن اعطاء وجبات علف من نوع آخر للحيوانات التي تتغذى على هذا السايلج حيث يقل تأثير النترات .

٧ ـ ينصح باضافة حجر الكلس الى هذا السايلج لدى تقديمه للحيوان بكميات مناسبة للاستساغة .

٨ ـ يجب الحذر الشديد من دخول السايلو من قبل الانسان او الحيوان سيما خلال الاسابيع الثلاثة الاولى من ملئة الا اذا تم تشغيل طاردات الهواء لطرد الغاز السام (اصفر او بني) من داخل السايلو لفترة مناسبة (١٥ ـ ٢٠ دقيقة) وحسب قدرتها التفريغية كما يستحسن تشغيلها كل يوم لمثل هذه الفترة لبضعة اسابيع .

حصاد الذرة الصفراء (للحبوب) وخزنها :

تختلف وسائل المكننة الخاصة بحصاد الذرة الصفراء ويمكن استخدام اية ماكنة مناسبة ، اما المساحات الصغيرة التي تزرع على قدر امكانية الفلاح من حيث المكننة والايدي العاملة فان هذه المساحات عادة تحصد باليد والتي نطمح دوما ان تتوسع وتستخدم فيها الماكنة لانها اكفاء وتعني زراعة مساحات اوسع لضمان انتاج وفير يكفي القطر ويسد حاجته من الاعلاف ، لان اية صناعة دواجن او انتاج ماشية اللحم او الحليب لا يمكن ان تزدهر في القطر ما لم تكن هناك المواد الخام الاولية لانتاج العلف والتي هي عادة وبصورة رئيسية الذرة الصفراء وفول الصويا .

تحصد الذرة الصفراء في العروة الربيعية في العراق عندما تكون الرطوبة بحدود ١٠ ــ ١٥٪ حيث ان عملية فقد الرطوبة في الحبوب تكون اسرع من حالة فقدها في العروة الخريفية التي تحصد فيها الذرة الصفراء عندما تكون رطوبتها عادة بين ٢٥ ــ ٣٠٪ . ان تأخير الحصاد في العروتين يؤدي الى خسارة في الحاصل تتناسب مع طول الفترة التي تلي مرحلة النضج والتي تحددها كما اشرنا نسبة الرطوبة في الحبوب بالاضافة الى وجود علامات اخرى منها اصفرار اغلفة العرنوص وتصلب الحبة بحيث لو غرز الظفر فيها لا تستجيب للضغط . ان حصاد الذرة الصفراء بصورة مبكرة (في اليوم المناسب بدون تأخير) هو الافضل وذلك لعدة اسباب :

١ ــ تكون نسبة النباتات المضطجعة ساقيا (stalk lodging) اقل والتي تحدث عادة بسبب الرياح مع تأثير الاصابة بحفار الساق .

٢ ــ قلة وجود الامطار بالنسبة للعروة الخريفية ويمكن ضمان تجفيف الحاصل بصورة افضل بعد جمعه .

٣ ــ قلة نسبة فقد العرانيص عن طريق تساقطها .

نسبة الرطوبة والخزن :

لابد من تجفيف الذرة المحصودة قبل خزنها سيا في العروة الخريفية ، اما في العروة الربيعية فان الرطوبة تكون مناسبة عادة للخزن بمجرد تركها في الحقل يومين او ثلاثة وحسب حالة الرطوبة عند الحصاد التي عادة تكون منخفضة الى الحد الذي يسمح بخزنها دون جهد يذكر في التجفيف . ان نسبة الرطوبة المثالية في الحبوب لخزنها هي ١٣٪ فان زادت عن ذلك فان الحبوب عندما تخزن في السايلو

سوف تنطلق منها الرطوبة التي تسبب نمو العفن . ان كل وحدة من الكاربوهيدرات اذا استهلكت (من قبل العفن) تنتج ٠,٦ وحدة ماء ، كما انها تطلق حرارة تكفي لرفع درجة حرارة الماء الناتج الى اكثر من ٥ مْ وان كل وحدة واحدة من الزيت المستهلك ينتج اكثر من وحدة واحدة من الماء اضافة الى اطلاق حرارة عالية ترفع درجة موقعها الى اكثر من ٩٠٠ مْ وفي سايلو محكم تنتج كل ٠,٥ مادة جافة تستهلك طاقة تكفي لرفع درجة حرارة الحبوب ٣٧ مْ واستناداً الى ما ذكرناه فان هناك احتمال احتراق السايلو اذا لم تكن هناك تهوية جيدة تطرد هذه الحرارة وهذه الرطوبة العالية وفي ذلك خطورة كبيرة في فقد الحاصل اضافة الى الاضرار التي قد تلحق بالانسان او الحيوان المجاور .

اما في حالة خزن الذرة الصفراء بدون تفريط (اي مع عرانيصها) فتخزن عادة في شبكات (cribs) التي تختلف حجومها والتي يفضل ان تكون بعرض متر ونصف اما الطول والارتفاع فيمكن ان تكون حسب امكانية التعامل معها في التعبئة والتفريغ ، لان عرض السايلو القصير (متر ونصف) سوف يسمح بالتهوية الجيدة من الجانبين ، وفي هذه الحالة يمكن ان تخزن الذرة الصفراء بعرانيصها برطوبة تتراوح بين ٢٠ – ٢٥٪ ، اما اذا كانت الذرة المخزونة سوف تبقى الى بعد اذار من السنة المقبلة فان الحرارة سوف ترتفع وعليه يجب ان تكون الرطوبة في الحبوب المخزونة اقل مما ذكرنا اي بحدود ١٨٪ عادة لان ارتفاع الحرارة سوف يسمح بنمو العفن مرة اخرى ، وبذا نجد ان طول فترة الخزن وحجم المخزون من عرانيص الذرة (حجم المشبك) ودرجة حرارة الجو تتحكم كلها في نسبة الرطوبة المثالية للخزن . لقد وجد ان لو خزنت حبوب الذرة الصفراء (مفرطة) برطوبة ١٨٪ وبدرجة ١٥ مْ فانها يمكن ان تبقى لمدة ٣ اشهر وتطول هذه المدة كلما قلت نسبة الرطوبة وانخفضت درجة حرارة الخزن ، كما ان نفس الحبوب اذا كانت برطوبة ٢٠٪ ونفس درجة الحرارة فانها لا تتحمل اكثر من شهر في الخزن وهكذا (خزن العرانيص يختلف عن خزن الحبوب المفرطة بسبب التهوية) . تستخدم بعض الشركات او المزارع المتخصصة مواد حافظة لحبوب الذرة الصفراء المفرطة لحفظها مدة اطول ، ومن اشهر هذه المواد هي حامض الخليك وحامض البروبيونيك وقد يستخدمان بمفردهما او مخلوطين مع بعضهما ، علماً ان الحبوب تبقى مستساغة للحيوان وان هذه المواد هي مواد طبيعية في معدة المجترات . ان اهم هدف لاستخدام المادتين المذكورتين هو لحفظ الذرة الصفراء لمدة اطول مع نسبة رطوبة اعلى اي بدون الحاجة الى تجفيفها قبل الخزن . هناك مواد اخرى ظهرت مؤخراً للحفظ منها انزيمات معينة ومواد فيها نسبة من الامونيا وحامض البنزويك .

ان اطعام الذرة المصابة بالعفن للحيوان حالة يجب الانتباه اليها لانها قد تكون سامة لحد الموت او انها تسبب غثيان الحيوان وضعفه وقلة شهيته للاكل . ان نوع العفن له علاقة بدرجة السمية وعادة ينصح باعطاء جزء واحد من الذرة للمعفنة مع ٣ اجزاء من الذرة الجيدة للحيوانات الكبيرة فان ظهرت عليها بعض الاعراض يمكن اعطاؤها محلول الدبس بتركيز ١٠ ــ ٢٥٪ حيث يحسن الاستساغة . لقد وجد ان العفن المسمى **Aspergillus flavus** ينتج مادة سامة هي الافلاتوكسين (aflatoxin) ، وهي سامة جداً للماشية والاغنام والدواجن ولاتوجد بيانات تشير لحد الان انها مميتة للانسان . يتكون هذا الفطر عادة عند وجود حبوب مكسورة بنسبة عالية مع رطوبة مناسبة ودرجة حرارة مرتفعة تسمح له بالنمو والتكاثر . ان اضافة الاحماض العضوية تساعد على تقليل انتشار هذه الاعفان على الحبوب المخزونة . ان طريقة سريعة وبسيطة لفحص الحبوب او العرنيص على وجود مثل هذه الفطريات وذلك بالنظر اليها بالعين المجردة بعد وضعها في حيز مضاء بالاشعة فوق البنفسجية .

التجفيف ونوعية الحبوب :

تحتوي حبة الصفراء على الكاربوهيدرات بنسبة اكبر من بقية المكونات يليها في ذلك الماء (للحبوب المجففة) ثم البروتين والزيت والعناصر المختلفة . يبين جدول ٧ ــ ٤ النسب المختلفة لمكونات حبوب ذرة صفراء بنسبة رطوبة ١٣,٥٪ ماخوذة كمعدلات تقريبية .

جدول ٧ ــ ٤ النسب التقريبية لمكونات حبوب الذرة الصفراء .

المادة	النسبة المئوية	
نشأ	٦١	الكاربوهيدرات
سكريات	١,٤	
بنتوسان	٦,٠	
الياف	٢,٣	
رماد	١,٤	
بروتين	١٠,٠	
زيت	٤,٠	
ماء	١٣,٥	
مواد اخرى	٠,٤	

اما مكوناتها من الفيتامينات فتحوي ملغم/ كغم الآتي :

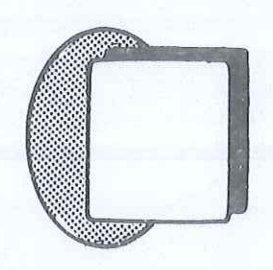
المادة	المقدار (ملغم)
فيتامين A	٤٠٠٠
ثايمين	٤,٢
رايبوفلافين	١,٣
نياسين	١٤,١
حامض البانتوثنيك	٦,٨
فيتامين	٢٤,٦

يعتبر بروتين الذرة الصفراء والمسمى زئين (zein) غير متوازن في الاحماض الامينية التي تحتاجها كافة الحيوانات (المواشي) باستثناء المجترات (الابقار والاغنام والماعز) التي يمكنها ان تصنعها بنفسها ، وان اضافة النايتروجين لاتزيد من نسبة البروتين بدرجة تستحق الذكر لكنها تؤثر على تكوين الاحماض الامينية ، اما محتوى الحبوب من الفسفور فيمكن تحسينه اما باضافته الى التربة وهو الافضل او مباشرة الى العليقة ، علما انه يمكن تحسين نسبة الفسفور في الحبوب عن طريق التسميد الفوسفاتي بحدود ٥٠٪ ، اما بالنسبة لمحتوى الفيتامينات وبالدرجة الرئيسية فيتامين (A) او بالاصح (pro- vit .A) فانه لايتأثر بعوامل زيادة الانتاج ويبقى محافظا على نسبته العالية في الحبوب والتي هي احدى مميزات حبوب الذرة الصفراء في احتوائها على مايعادل عشرين مرة من هذا الفيتامين بقدر ماتحويه حبوب الحنطة .

تختلف طرق تجفيف الذرة الصفراء باختلاف طرق الحصاد وموعد الحصاد وموسم الزراعة . هناك مكائن تحصد وتجفف في نفس الوقت وهي تعتبر مكائن بطيئة العمل بسبب التجفيف ، كما ان هناك مكائن خاصة للتجفيف تستند في ذلك على دفع الهواء الساخن بسرعة معينة وبدرجة حرارة معينة . اذا كان تجفيف الذرة هو لغرض العلف فلا داعي للقلق على نوعية العلف لانه عادة اي درجة حرارة مستخدمة في الاجهزة الشائعة تكون مناسبة ولا تؤثر على النوعية ، غير ان الحبوب المجففة لغرض التصنيع لمنتجات صناعية غذائية يجب الاتزيد درجة حرارتها عن ٦٠ مْ لان الحرارة العالية تجعل الكلوتين يتصلب ويعلق مع النشا النشأ ويعرقل عمل المصافي والمناخل الخاصة باستخلاص الزيت ، كما ان الحبوب المستخرجة لتقطير الكحول يقل انتاجها من الكحول اذا زادت درجة حرارة تجفيفها عن ٦٠ مْ كذلك . ان المزارع المتخصص يجب ان يقوم بخزن انتاجه من الذرة الصفراء في مزرعته وذلك افضل من الانتظار ليمنع الناتج الى الجهات المعنية في وقت قد يكون حرجا لايناسبه ويمكنه بذلك بيع الحاصل في اي وقت يشاء .

الباب الثالث

وراثة وتحسين الذرة الصفراء



الفصل الثامن

وراثة الذرة الصفراء
Genetics of maize plant

ربما حظي نبات الذرة الصفراء باوسع الدراسات الوراثية والخلوية بالمقارنة مع اي نبات او كائن حي اخر ، إلا ان معظم الصفات التي عرفت عنه ولسوء الحظ هي من النوع ذي التاثير المتنحي القليل الاهمية الاقتصادية ، اي ان جينات الحاصل مثلا او التركيب الضوئي او تجميع المادة الجافة او نسبة التصافي في الحاصل البايولوجي ما زالت غير معروفة رغم اهميتها الرئيسية في زيادة انتاج الحاصل من هذا المحصول الهام . لقد بدأت دراسات وراثية وخلوية عديدة حول نبات الذرة الصفراء ومنذ اكتشاف قوانين مندل واشتدت هذه الدراسات بصورة اكثر في مطلع القرن العشرين وكان منهم East و Shull و Beadle ، Immer, Hayes و Garber و jones الذي عرف له اول بحث منشور عام ١٩١٧ حول تغلب العوامل المتلازمة وعلاقتها بقوة الهجين والذي نشر كتابه عام ١٩٥٥ الذي جمع فيه معظم الصفات الوراثية حول الذرة الصفراء التي درست من قبل . كما قام Neuffer و Jones و Zuber عام ١٩٦٨ بنشر كتابهم حول طوافر (mutants) الذرة الصفراء المختلفة واعطاء رموزها .

جمع التراكيب الوراثية للذرة الصفراء :

لقد سهلت حالة احادية المسكن (monoecy) في هذا النبات وانفصال النورة المذكرة عن المؤنثة عملية التضريب الى درجة كبيرة ، كما كان الحجم الكبير لكروموسومات هذا النبات عاملاً مساعداً في تطوير الدراسات الكروموسومية والخلوية ، كما ان حالة سويداء (الاندوسبرم) الثلاثية المجموعة الكروموسومية .

اعطت نتائج جيدة عن التغايرات العديدة بين النباتات المنعزلة وراثياً ، هذا بالاضافة الى ان النبات الواحد لدى تلقيحة ذاتياً او خلطياً يعطي عشرات البذور الى مئات البذور ، مما يعطي فرصة كبيرة للباحث لدراسة توارث الصفات وعلاقتها بتحسين المحصول .

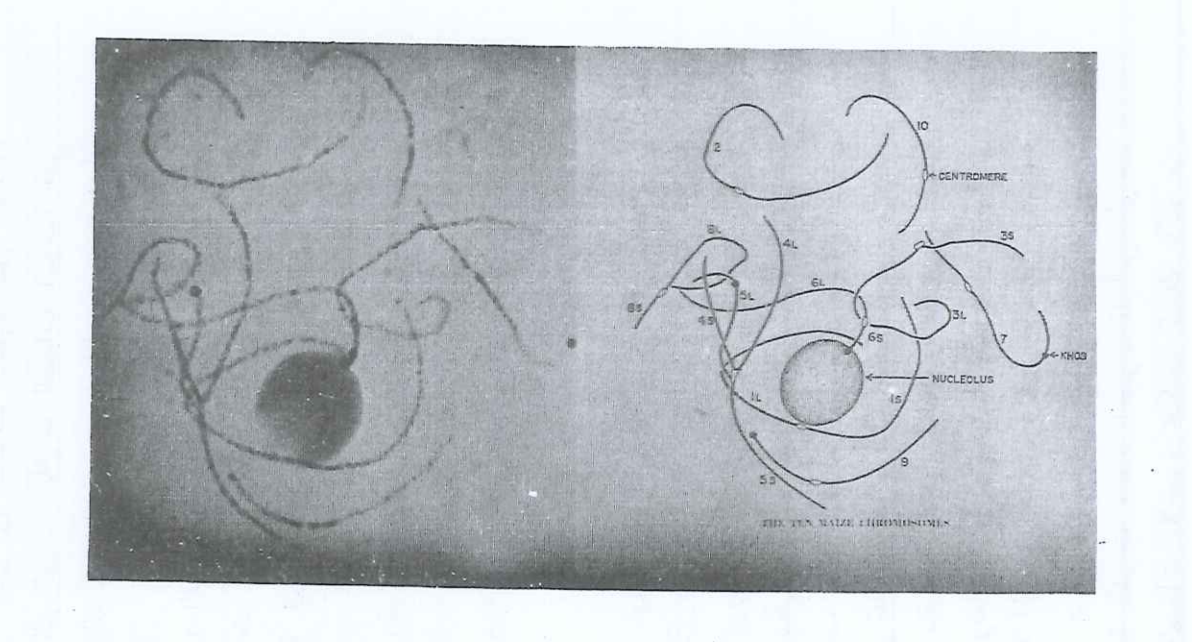
تهتم المراكز العلمية المتخصصة في الوراثة وتربية النبات بجمع التراكيب الوراثية المختلفة لمعظم النباتات المزروعة في العالم وتضعها في خدمة الاشخاص او الجمعيات المؤسسات العلمية في العديد من دول العالم التي تطلبها ، فمثلاً بالنسبة للذرة الصفراء يتم حفظ بذور السلالات والاصناف المفتوحة التلقيح والتركيبية والمركبة القديمة منها والحديثة المحسنة منها وغير المحسنة . تقوم منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO) في روما بجزء رئيسي في حفظ هذه التراكيب ولكافة المحاصيل الزراعية وهي تتعاون مع الاشخاص او الهيئات العلمية التي تطلب منها ارسال البذور اليها لاغراض البحث او التدريس او كلاهما . هناك مراكز عالمية عديدة تقوم كذلك بجمع هذه التراكيب الوراثية وارسالها الى كل من يطلبها منهم اضافة الى مركز منظمة الغذاء أو الزراعة في روما ، منها المركز العالمي الهام في المكسيك المسمى (CIMMYT) والمتخصص بتحسين الحنطة والذرة الصفراء ولديه تراكيب وراثية عديدة يرسلها ، وهناك مراكز عديدة في دول اخرى ذات تعامل دولي اقل لكنها تقوم بدور علمي جيد في هذا المجال منها مركز في جنوب افريقيا واخر في الهند وباكستان ويوغوسلافيا وهنغاريا ودول عديدة اخرى تختلف قدرات مراكزها حسب الدعم الذي تناله ، كما ان هناك اكثر من مركز في الولايات المتحدة ربما من بين اهمها المركز الموجود في ولاية السينوى الذي اسس عام ١٩٥٣ وهو يتعامل محلياً دولياً بارسال المواد الوراثية للذرة الصفراء حيث يقوم بالحفاظ على اكثر من ثلاثة آلاف تركيب وراثي لهذا المحصول في قسم المحاصيل الحقلية / جامعة السينوي اوربانا ــ السينوي/ ٦١٨٠١ / الولايات المتحدة .

من المفيد كذلك في مجال تبادل المعلومات حول وراثة وتربية الذرة الصفراء هو وجود مطبوعات تصدر عن بعض المراكز العلمية المتخصصة مثل مركز سمت (CIMMYT) في المكسيك والنشرة الدورية المسماة Maize Genetics Cooperation News Letter التي صدرت لاول مرة عام ١٩٢٩ في جامعة كورنيل في الولايات المتحدة ثم في عام ١٩٥٧ في جامعة الينوى حيث كان يصدرها الباحث المعروف (Rhoades) ثم في جامعة انديانا منذ عام ١٩٥٩ حيث يصدرها قسم العلوم النباتية في الجامعة المذكورة في مدينة بلومنكتن ، وهي نشرة غنية جداً بالمعلومات الوراثية المفيدة في مجال فهم ودراسة صفات نبات هذا المحصول الاساسي .

وراثة الصفات الكمية والنوعية :

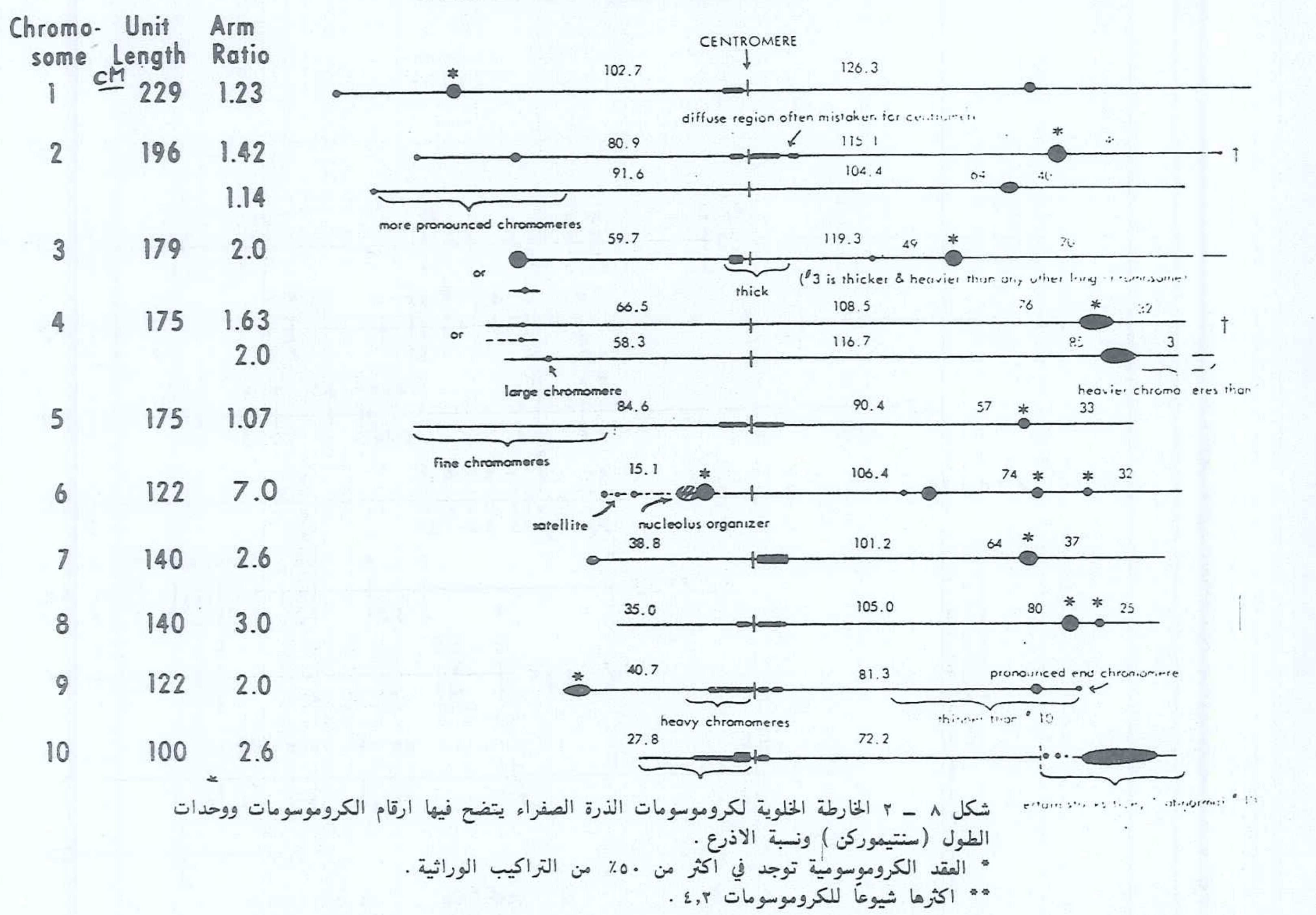
من المعروف فان الصفات النوعية والكمية تحكمها ازواج مختلفة من الجينات والفرق الوحيد بين الصفات النوعية والكمية ان الاول تحكمها ازواج معدودة (زوج أو زوجان او ثلاثة عادة) وتكون نتائج الانعزالات متقطعة discrete وليست مستمرة (continuous) كما هو الحال في الصفات الكمية مثل الحاصل وارتفاع النبات احياناً ونسب الزيت والبروتين ... إلخ ما الصفات النوعية فهي مثل لون الحريرة ولون النورة الذكرية والتبكير بالنضج ولون الحبوب ووجود او عدم وجود الشعيرات على اغماد الاوراق .... الخ . ان معظم المئات من ازواج الجينات المختلفة التي اكتشفت في نباتات الذرة الصفراء هي مما يتحكم بالصفات النوعية وذلك لسهولة تمييزها ، اما الصفات الكمية فيصعب تحديد جيناتها لكونها متعددة ومتداخلة . ان الجينات الموجودة في الذرة الصفراء والمسؤولة عن مختلف الصفات تقع على عشرة ازواج كروموسومية اعطيت الارقام من واحد الى عشرة حسب طولها المتناقص اي ان كروموسوم رقم واحد هو اطولها بينما كروموسوم رقم عشرة هو اقصرها . ان هذه الجينات تقع في عشرة مجاميع ترابطية (linkage-groups) تتوزع على الكروموسومات العشرة المذكورة (شكل ٨ ـ ١ الى ٨ ـ ٤) .

اما الصفات الكمية فقد عرفت منذ اوائل القرن العشرين عندما اوضح كل من Nilsson-Ehle عام ١٩٠٨ و East عام ١٩١٠ ان هذه الصفات تحكمها ازواج عديدة من الجينات وفي الواقع لاتوجد حدود فاصلة بين الصفات الكمية والنوعية ، سيما اذا علمنا ان الوراثيين ينظرون الى الصفات الكمية بانها مجموعة تأثيرات متزايدة او متناقصة لعدة جينات ذات تأثيرات نوعية ، حيث ان كل جين يضيف او يطرح جزءاً او درجة من تلك الصفة ، فمثلاً صفة الحاصل لاتوجد لها جينات معينة مسؤولة عن زيادة او نقصان الحاصل بالذات انما هي مرتبطة بجينات مسؤولة عن صفات اخرى مثل ارتفاع النبات وفعالية المساحة الورقية في تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية المجموع الجذري والى اخره من الصفات الاخرى ذات العلاقة غير المباشرة وراثياً حتى نصل الى صفات اخرى لها مساس اكثر بالحاصل مثل عدد الرؤوس الثمرية للنبات وعدد الحبوب للرأس الواحد وعدد الصفوف فيه ووزن الحبة ، لان الصفات الاخيرة محكومة كذلك باكثر من زوج من الجينات عادة ، وهكذا نجد ان الصفة الكمية صفة معقدة الفهم والتحليل الى درجة كبيرة فتنتج لنا الصفة الكمية متدرجة بدرجات عديدة يصعب وضع اعداد الجينات المسؤولة عنها بدقة ، وسوف نتطرق الى ذلك بشيء من التفصيل فيما



شكل ٨ ـ ١ صورة فوتوغرافية للكروموسومات العشرة للذرة الصفراء مأخوذة من خلية ذكرية microsporocyte (Neuffer واخرون ١٩٦٨)

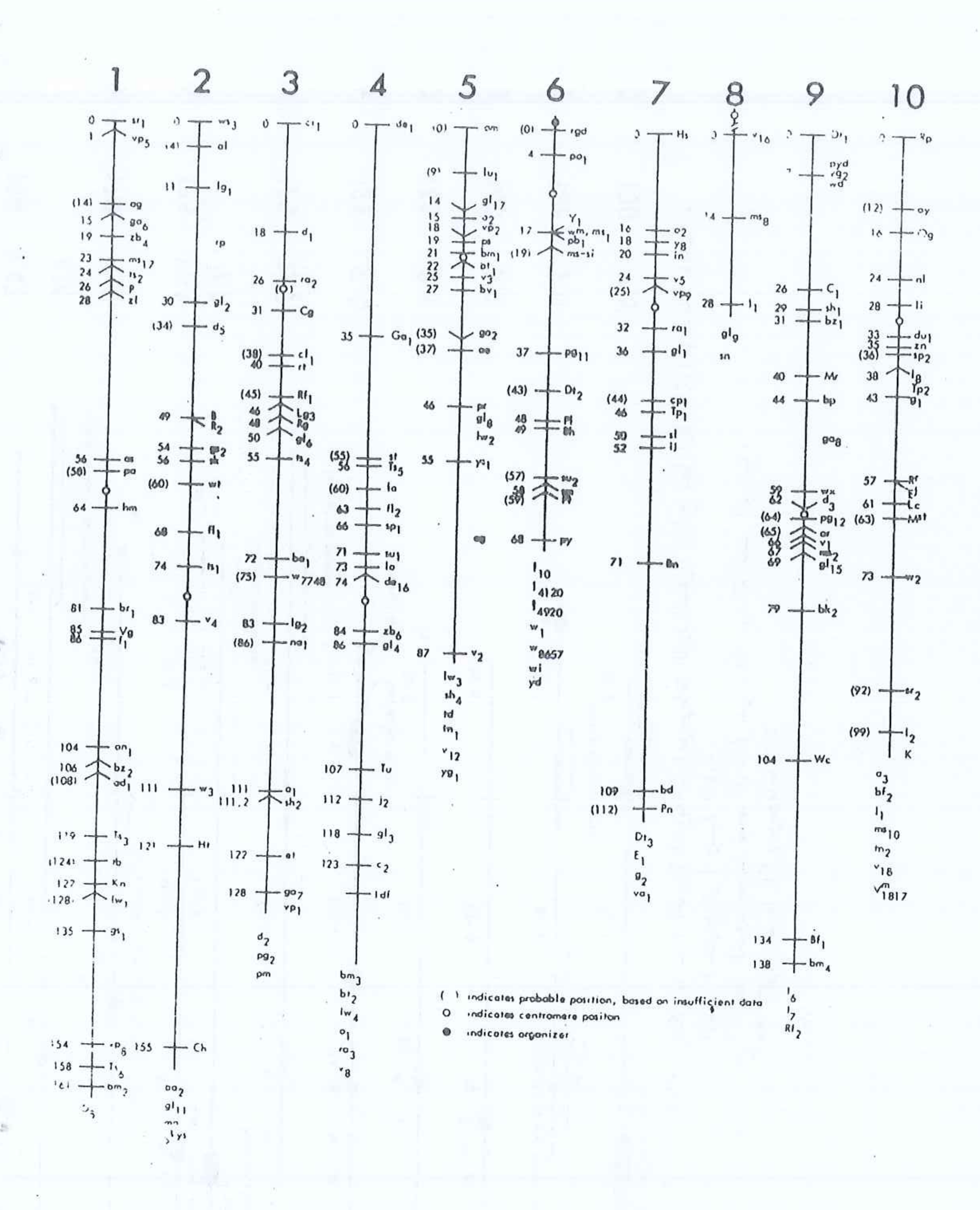
شكل ٨ ـ ٢ صورة تخطيطية للكروموسومات العشرة للذرة الصفراء مؤشر عليها الاذرع الطويلة (L) والقصيرة (S) ، كما وتلاحظ النوية بصورة بارزة .



شكل ٨ ـ ٢ الخارطة الخلوية لكروموسومات الذرة الصفراء يتضح فيها ارقام الكروموسومات ووحدات الطول (سنتيموركن) ونسبة الاذرع .

* العقد الكروموسومية توجد في اكثر من ٥٠٪ من التراكيب الوراثية .

** اكثرها شيوعاً للكروموسومات ٤،٣ .



شكل ٨ ـ ٤ خارطة الارتباط لكروموسومات الذرة الصفراء

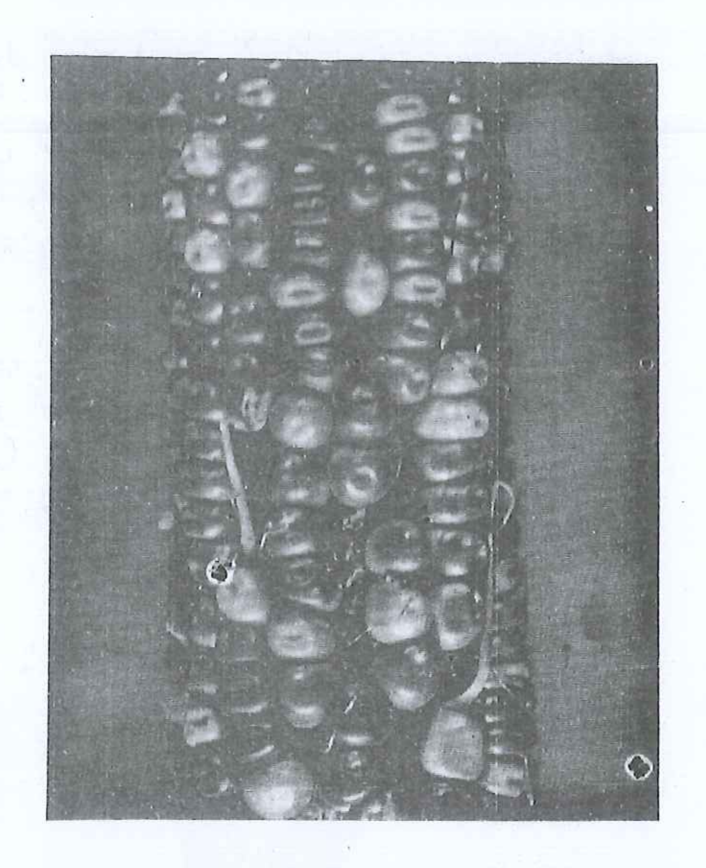
يتعلق باهمية هذه الصفات لمربي النبات وكيفية الانتخاب للصفات الاقتصادية في الفصل المتعلق بطرق التربية . هذا وان الدراسات الخاصة بوراثة العشائر (population genetics) هي التي ساعدت وتساعد على فهم الكثير من سلوك هذه الصفات وكيفية التعامل معها والانتخاب لها في برامج التربية والتحسين بعد فهم طريقة توارث هذه الصفات والتي درسها ويدرسها اليوم وفي المستقبل باحثون عديدون يصعب حصرهم .

هذا ولغرض ايضاح بعض الطفرات الوراثية الشائعة بين نباتات الذرة الصفراء ، فقد تم عرض صور ايضاحية للعفن منها كامثلة على تلك الطفرات (الاشكال ٨ ـ ٥ الى ٧٤) ورموز الجينات المسؤولة عنها وحسب تسلسل الكروموسومات التي تقع عليها الجينات وكما اوردها Neuffer واخرون ١٩٦٨ وكما يلي : ـ

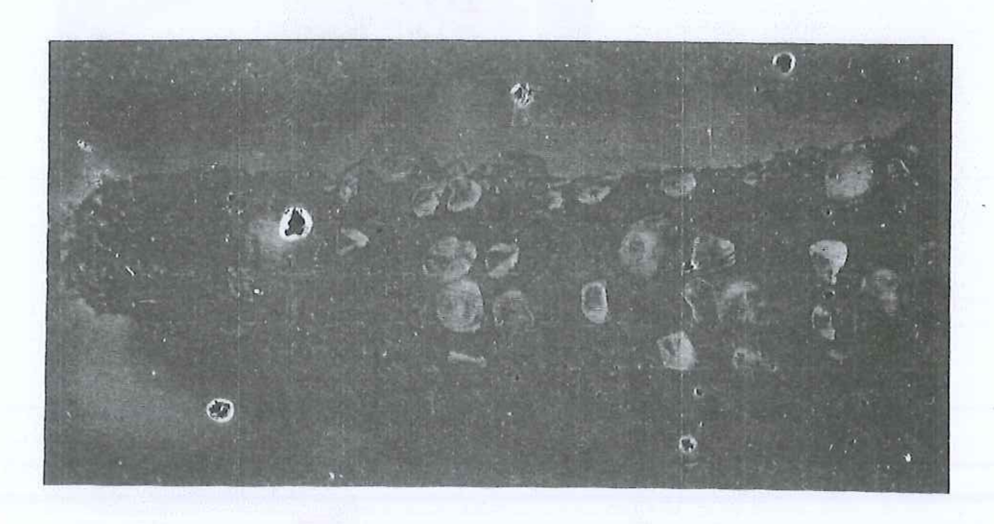
كروموسوم رقم ـ ١ ـ



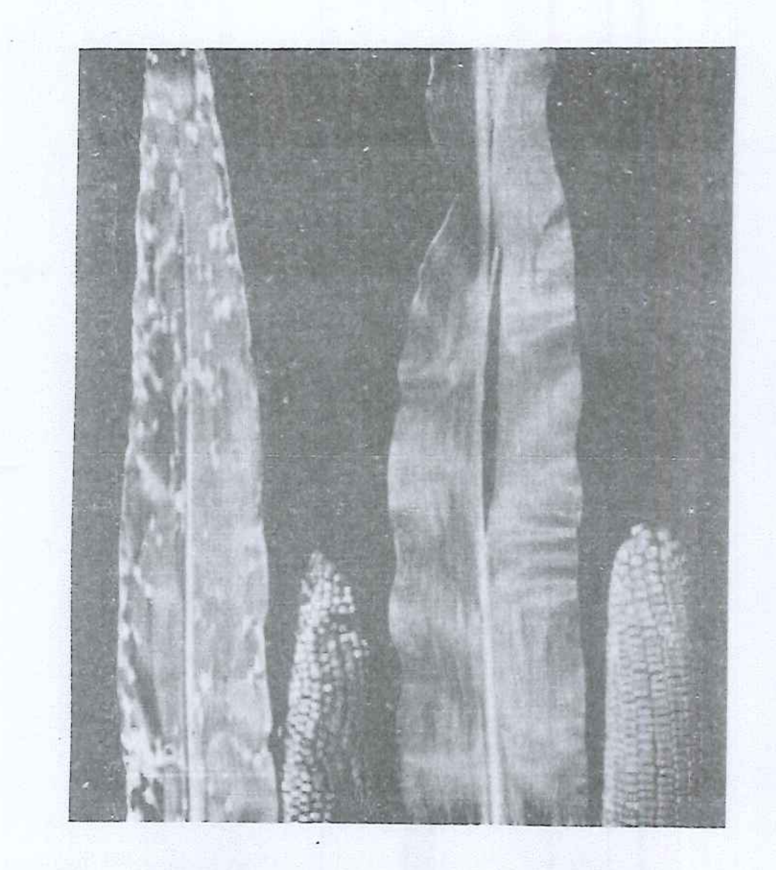
شكل ٨ ـ ٥ (Sr1 (striate) (الاوراق المخططة)
اوراق النبات مخطط بخطوط صفراء طولياً على امتداد الورقة .



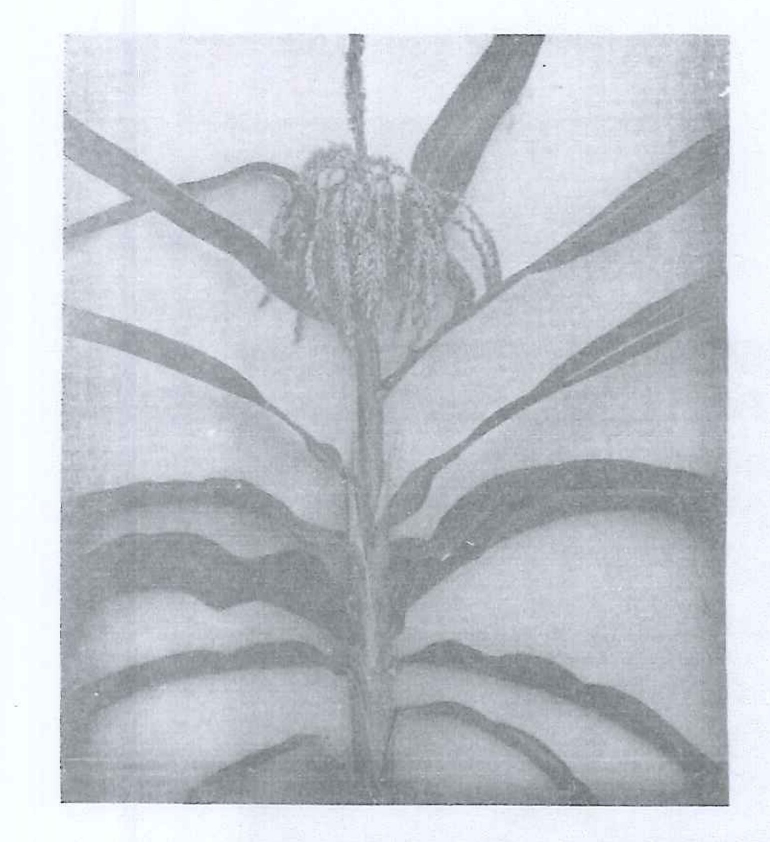
شكل ٨ ـ ٦ (Viviparous) VP_5 (البذور النباتية) انبات البذور على المرنوص ، عادة البذور النابتة بيضاء اللون .



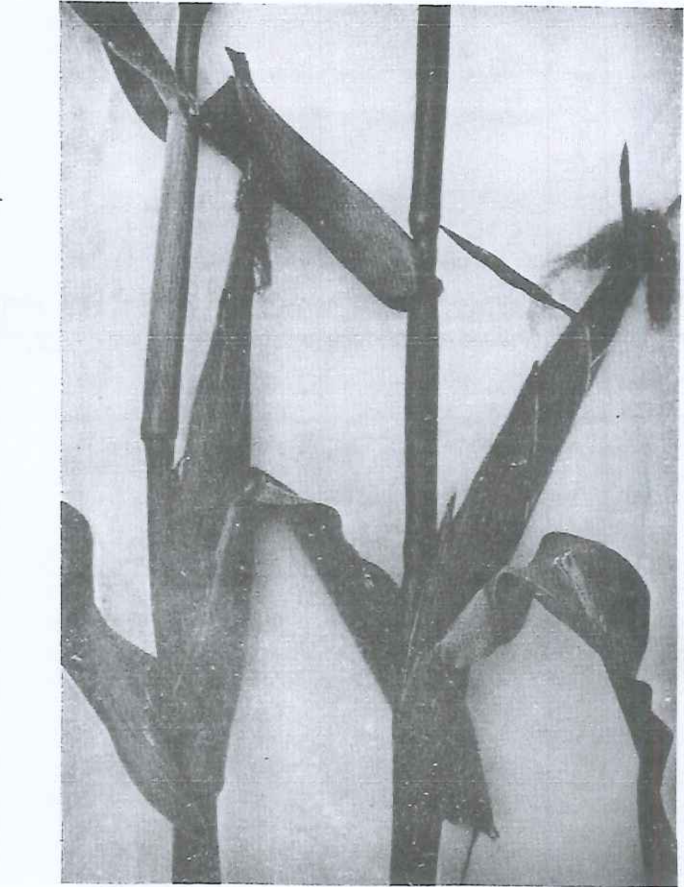
شكل ٨ ـ ٧ as (Asynaptic) (عدم الازدواج = عدم الخصب) عدد البذور على المرنوص محدود سبب عدم الاخصاب نتيجة حدوث عدم الازدواج في الكروموسومات خلال الانقسام الاختزالي .



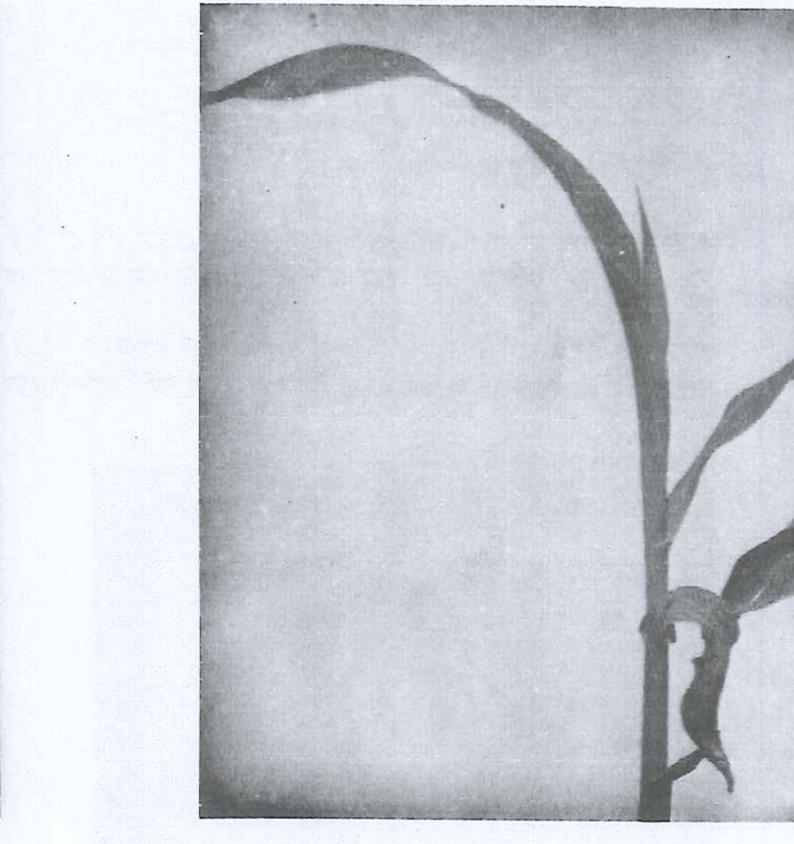
شكل ٨ - ٨ (Helminthosporium sysceptible) h_1 hm (الحساسية للهلنتوسبوريوم) الاوراق المصابة بالمرض عليها بقع بيضاء والعرنوص عليه اجسام سوداء (الورقة التي تظهر الى اليسار) .



شكل ٨ - ٩ (brachytic) br_1 (قصر السلاميات = القصبية) السلاميات قصيرة والاوراق متقاربة ومتصلة تشبه نبات القصب الصغير .



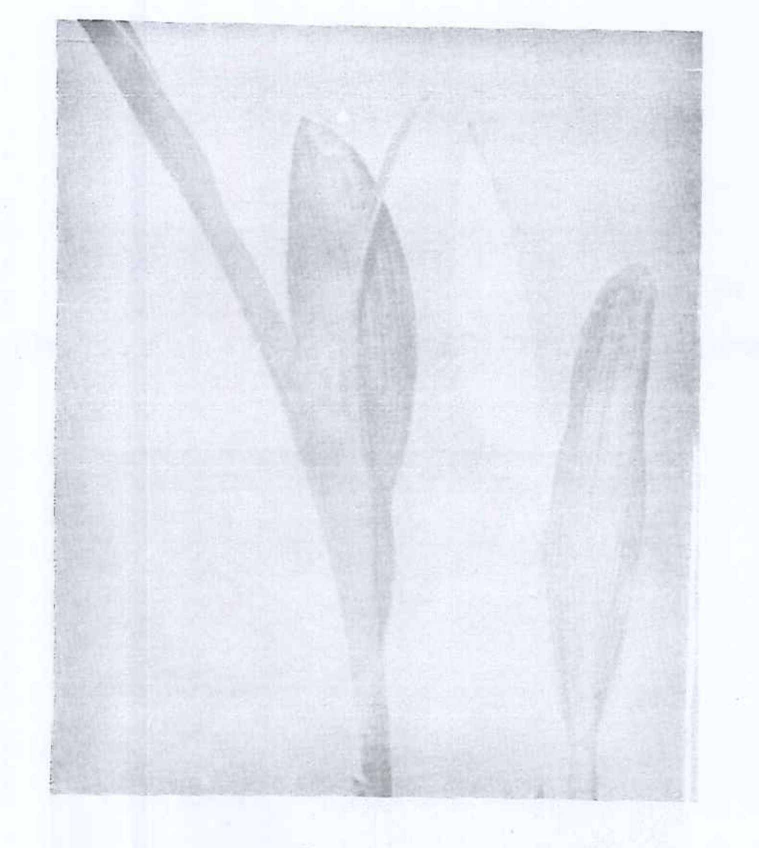
شكل ٨ – ١٠ bz_2 (bronze plant) (نبات برونزي) النبات ذو لون برونزي (بني – محمر)



شكل ٨ ـ ١١ ad_1 **(adherent)** (التصاق الاوراق)
تلتصق الاوراق الاولى مع بعضها واحياناً مع النورة الذكرية .



شكل ٨ ـ ١٢ Ts_6 **(tassel seed)** (بذور على النورة الذكرية) النورة الذكرية تعطي بذوراً وعليها الحريرة عند قمة النبات .

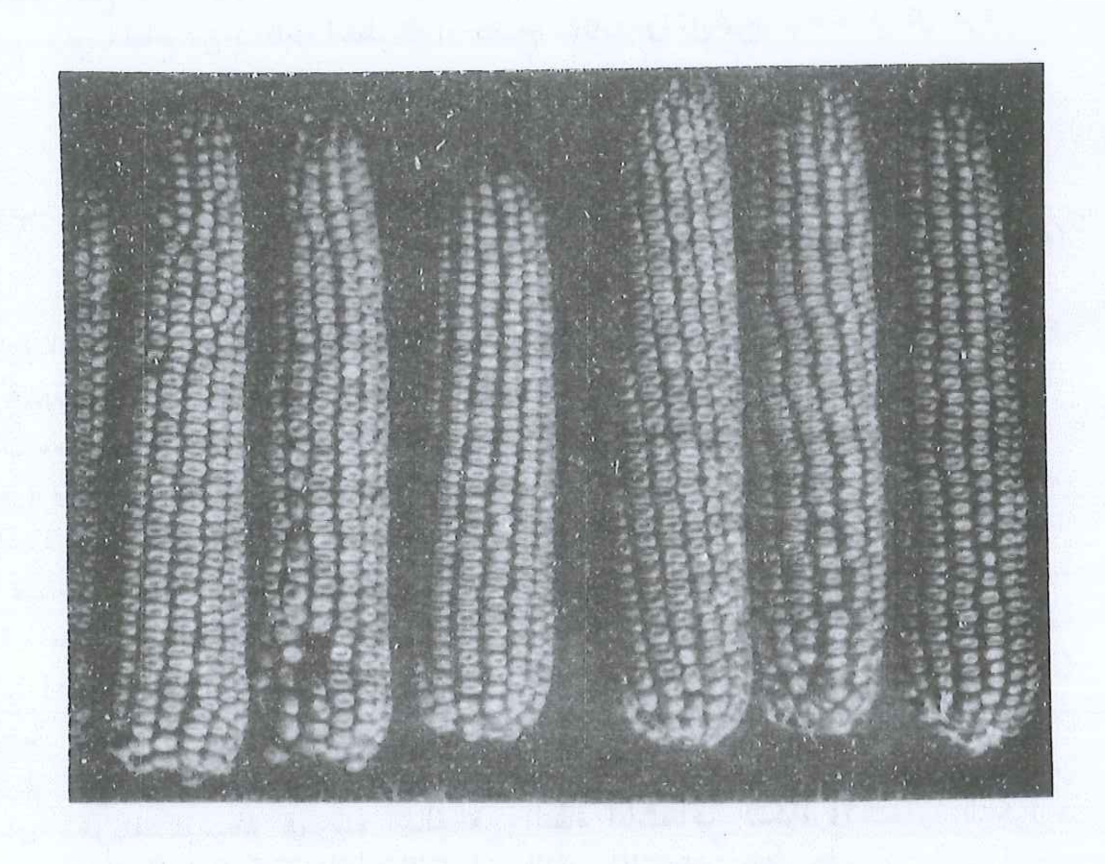




شكل ٨ ــ ١٣ **(white sheath)** Ws_3 (الغمد الابيض) يكون الساق واغلفة العرنوص وغمد الورقة ابيض تقريباً بينما تكون الاوراق ذات لون اخضر (النبات الى اليمين).

شكل ٨ ــ ١٤ **al (albescent)** (الابيضاض) اوراق النبات ذات اجزاء واسعة بيضاء خالية من الكلوروفيل واجزاء اخرى يظهر عليها الكلوروفيل (النبات الى اليمين).

والمساحة الورقية وكفاءة الحاصل ووزن الحبة وصفات عديدة اخرى . لقد اختلفت الطرق في تأثيراتها باختلاف الصفة المدروسة والجماعة النباتية ، فيما زادت ذرية التلقيح الذاتي الحاصل بمعدل ٣٥,٥ ٪ لاحدى الجماعات النباتية ، زادت الحاصل كذلك طريقة عرنوص في خط مع التلقيح القمي بمعدل ٢٧,٩ ٪ في جماعة اخرى خلال اربع دورات انتخابية وبالمقارنة مع معدل الاباء التي انحدرت منها اصلا . كذلك ادت طريقة انتخاب عرنوص في خط بمفردها (بدون تلقيح قمي) الى زيادة في الحاصل في جماعة اخرى بمعدل ٢٥,٩ ٪ وللانتخاب الكمي بمفرده بمعدل ٢١,٣ ٪ لنفس الفترة ، ولعبت صفتا الانتخاب لكفاءة الحاصل العالية ووزن الحبة العالي دوراً ايجابياً معنوياً في زيادة الحاصل لما تم الانتخاب على اساسها (شكل ١٠ ــ ٢).



شكل ١٠ ــ ٢ تأثير الانتخاب الكمي لدورتين على حاصل النبات ممثلا بحجم العرنوص ، الى اليمين العرانيص الاربعة المنتجة بالانتخاب الكمي لدورتين والى اليسار العرانيص الاربعة من الجماعة النباتية الاصلية .

جـ ـ اختبار الذرية بالتلقيح المتعدد (polycross progeny test)

تؤخذ في هذه الحالة عرانيص النباتات المنتجة ويزرع كل منها في خط بصورة عشوائية مع بعضها وتترك للتلقيح فيما بينها بالاعتماد على حبوب لقاحها دون ورود حبوب لقاح من مصدر اخر ولغرض ضمان وصول حبوب لقاح عشوائية متجانسة لكل نباتات تركيب وراثي معين يجب ان تكرر زراعة التراكيب عدة مرات في الحقل بتغيير عشوائيتها في التوزيع وفي نهاية الموسم تجمع حاصلاتها ويؤخذ معدلها في تلك المكررات لمعرفة قدرة كل منها على انتاج الحاصل . يمكن كذلك ضمان عشوائية التلقيح بين نباتات الخطوط واستبعاد احتمال التلقيح الداخلي بجمع حبوب لقاح من خطوط معينة تلقح بها حريرات النباتات في خط اخر وبالتناوب بين الخطوط مع استثناء جمع حبوب لقاح من نباتات الخط المراد تلقيح نباتاته في كل مرة .

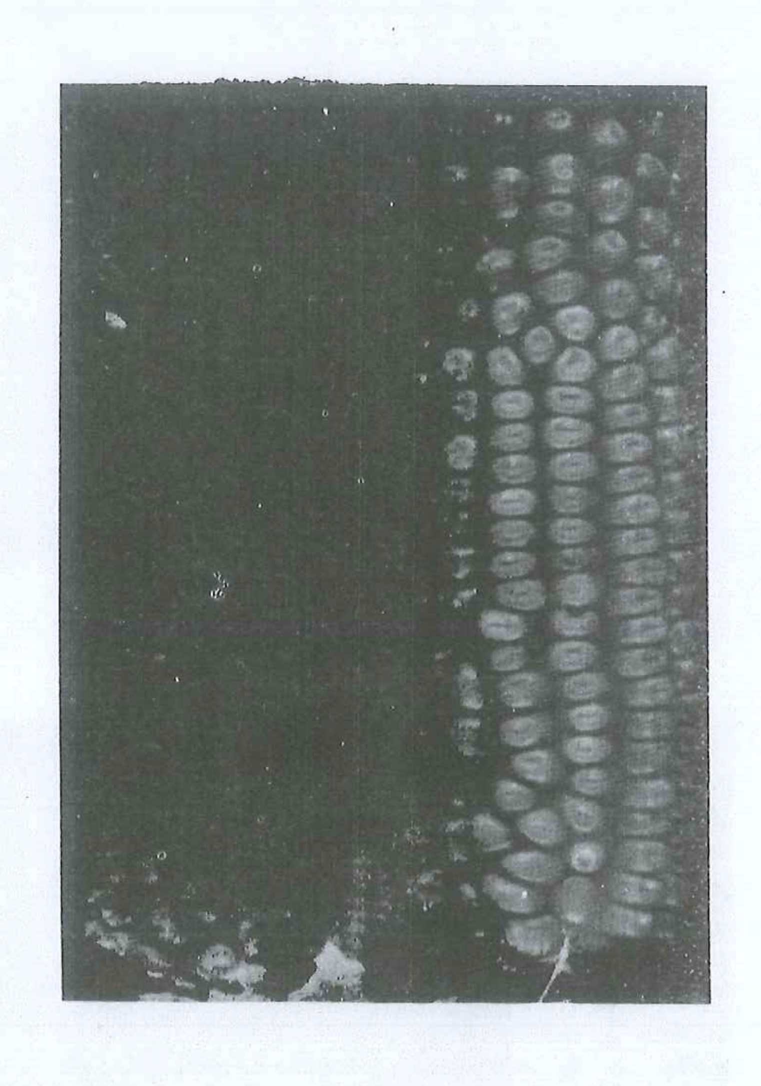
٣ ـ الانتخاب مع التلقيحين الذاتي والقمي (او الانتخاب التكراري) (selection with selfing and top crossing)

تعتبر عملية الانتخاب مع التضريب من بين افضل عمليات الانتخاب الاخرى وذلك لدقة تحديد القدرة على معرفة القيمة الوراثية للتركيب الوراثي باعتماد التضريب . ان عملية الانتخاب هذه الهدف منها متعدد فهي تصلح لانتاج سلالات نقية (فيما بعد) ولانتاج اصناف مفتوحة التلقيح او مركبة وكذلك لانتاج الهجن بعد انتاج السلالات منها . ان فكرة الانتخاب مع التضريب فكرة قديمة جاءت عام ١٩٤٠ عندما طرقها Jenkins باسم الانتخاب التكراري لاختبار قابلية الاتحاد العامة لبعض التراكيب الوراثية . لقد لخص Hull ١٩٤٥ فكرة الانتخاب التكراري بانها اعادة الانتخاب جيلاً بعد جيل مع تلقيح داخلي (intebreeding) للنباتات المنتخبة لتعطي تراكيب وراثية جديدة وبدا فان الانتخاب لا يكون تكرارياً ما لم تلقح الذريات الناتجة ذاتياً للحصول على دورة جديدة من الانتخاب . ان الطريقة البسيطة في هذه الحالة هي المساة الانتخاب التكراري البسيط وسميت كذلك لانها لا تحتوي على الانتخاب القمي انما تعتمد فقط على التلقيح الذاتي وبذا فان الذرية الناتجة منها لا يتم اختبارها باية طريقة وهي تعتبر ضعيفة بالمقارنة مع الطرق الفعالة الثلاث الاتية الذكر بسبب عدم اختبار الذرية . تتلخص هذه الطريقة بالاتي :

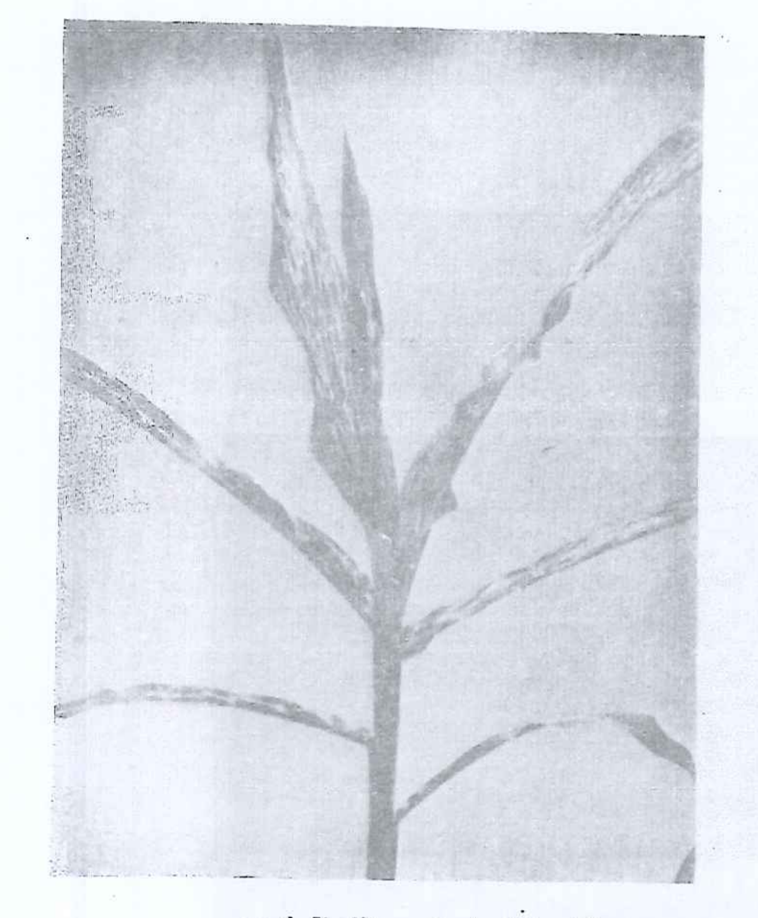


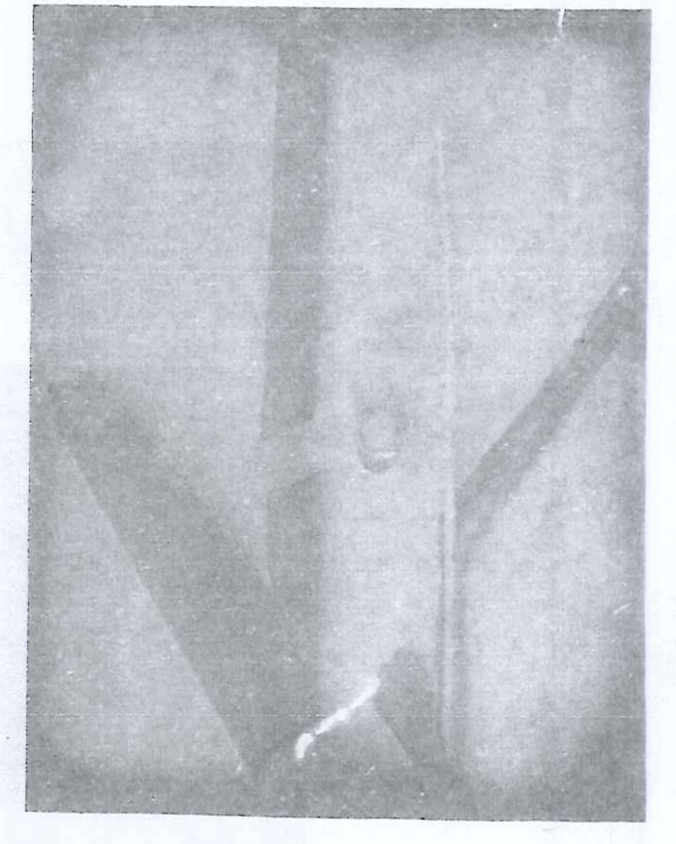
كروموسوم رقم (٣)
شكل ٨ ـ ١٩ (crinkly leaf) Cr_1 (تجعد الاوراق) النبات قصير نسبياً والاوراق عريضة ومجعدة سيما عند القاعدة .

شكل ٨ ـ ٢٠ d_1 (dwrf) (التقزم)
النبات قصير جداً والاوراق سميكة وعريضة ، النورة الذكرية مضغوطة والمتوك على المرنوص .



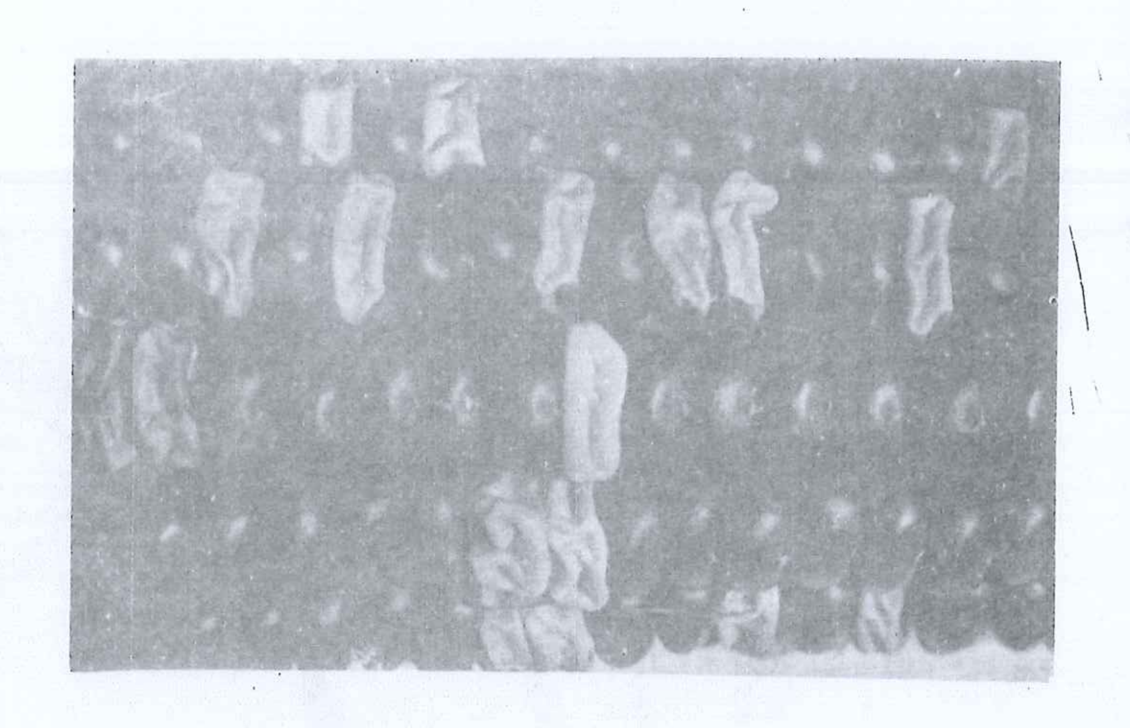
شكل ٨ – ٢١ ra_2 (ramosa) (عدم انتظام ألصفوف) الحبوب غير مصطفة في صفوف منتظمة المرنوص .

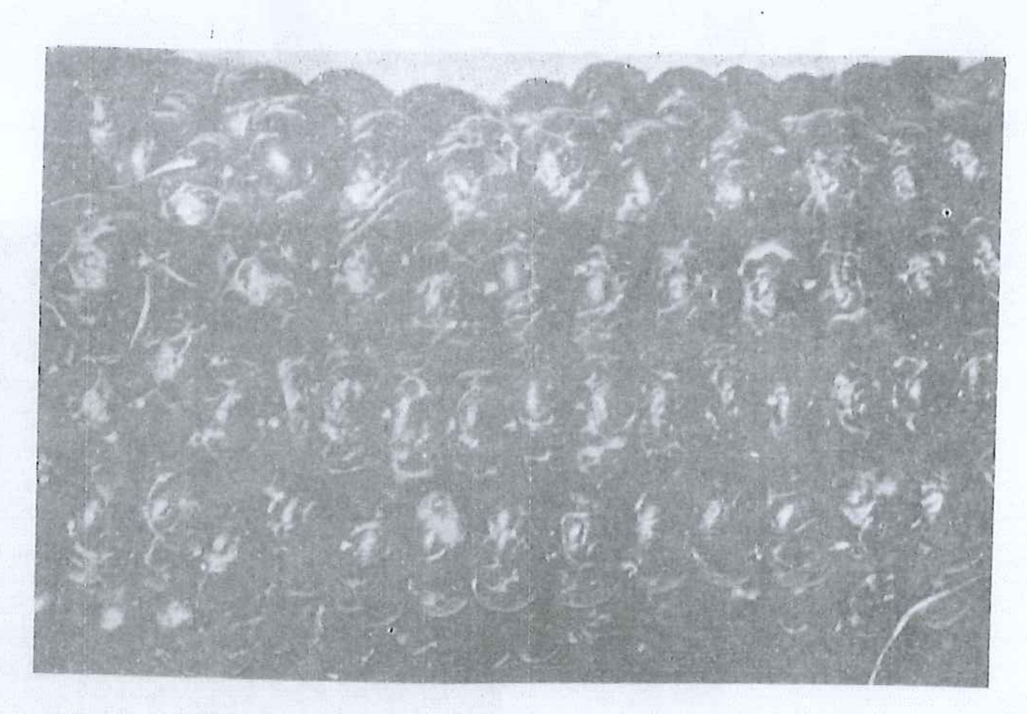




شكل ٨ ـ ٢٢ Rg (ragged Leaf)(الورقة المتهرئة) يظهر نقص الكلوروفيل على بقع من الاوراق فتبدو الاوراق وكأنها متهرئة سيما عند عروق الاوراق القديمة ، وتكون الاوراق الاربع أو الخمس الاولى طبيعية .

شكل ٨ ـ ٢٣ (barren stalk) ba_1 (انعدام المرنوص) النباتات خالية من المرانيص تماما ومعظم زهيرات النورة الذكرية مفقودة .

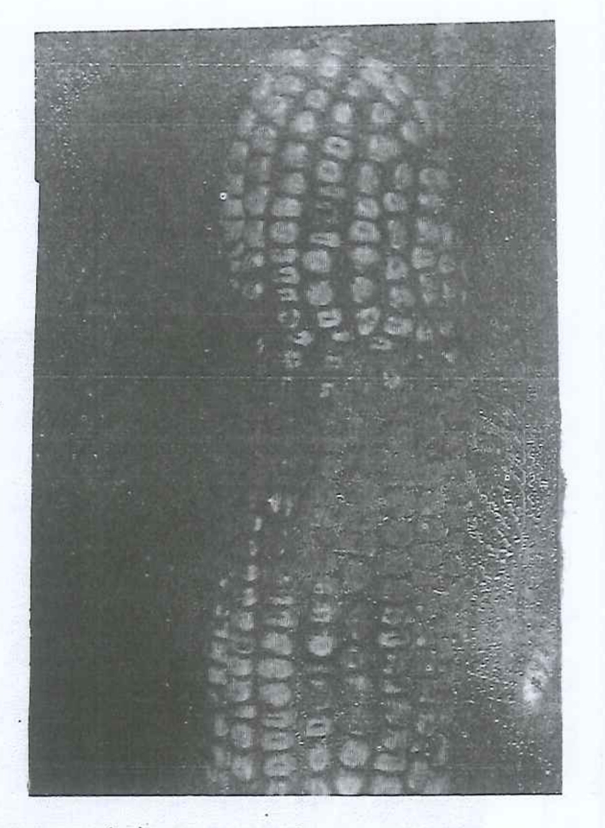




شكل ٨ ـ ٢٤ sh_2 (shrunken) (ضمور البذور) البذور كبيرة حلوة المذاق جداً ومائية في الطور الحلي تضمر عند النضج والجفاف فتبدو وكأنها حراشف .

شكل ٨ ـ ٢٥ et (etched endosperm) (البذور المحكوكة تبدو البذور على العرنوص وكأنها محكوكة بجسم صلب (الى اليسار) البادرة صفراء اللون (الى اليمين) .

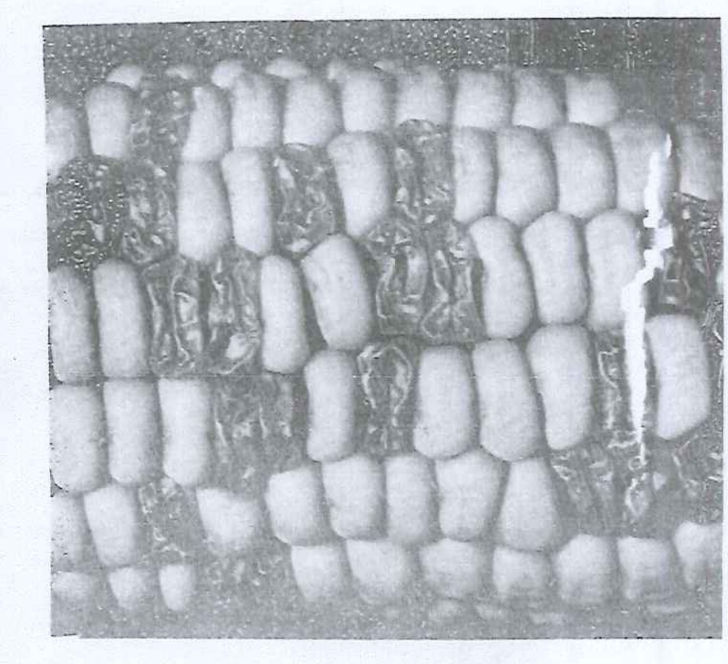




كروموسوم رقم (٤)

شكل ٨ – ٢٦ de_1 (defective endosperm) (السويداء المعابة) الحبوب عادة صغيرة وفيها عيوب في الشكل والحجم حيث لها اشكال متباينة .

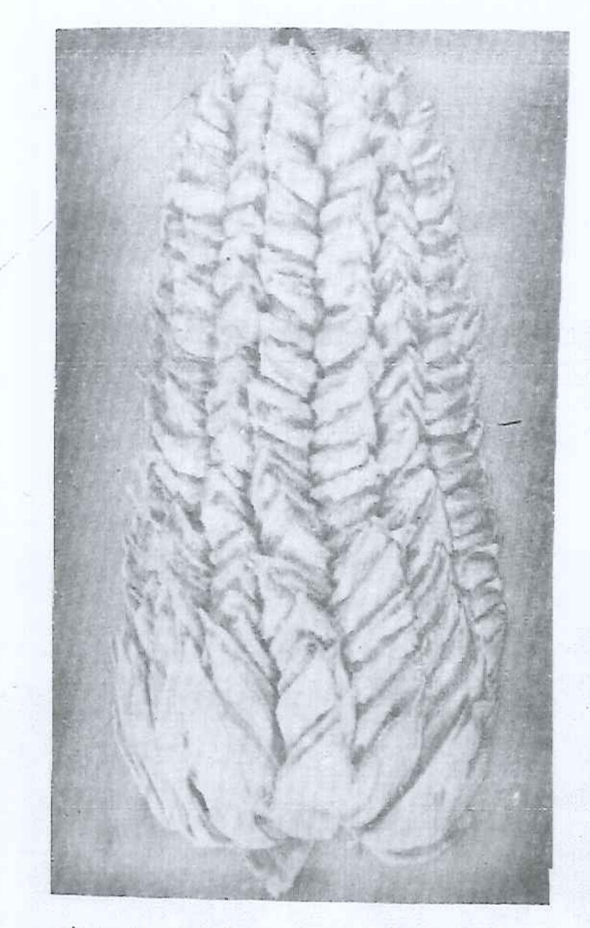
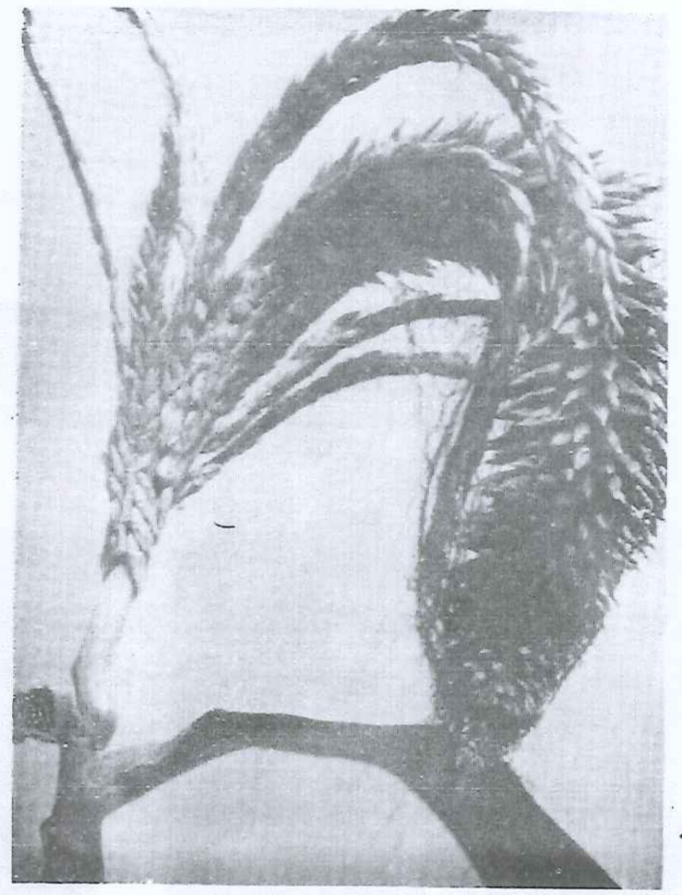
شكل ٨ – ٢٧ Ts_5 (tassel seed) (بذور النورة الذكرية) النورة الذكرية فيها حريرة وتعطي بعض الحبوب ، لاحظ الفرق بينها وبين نفس الحالة بتأثير الجين Ts .



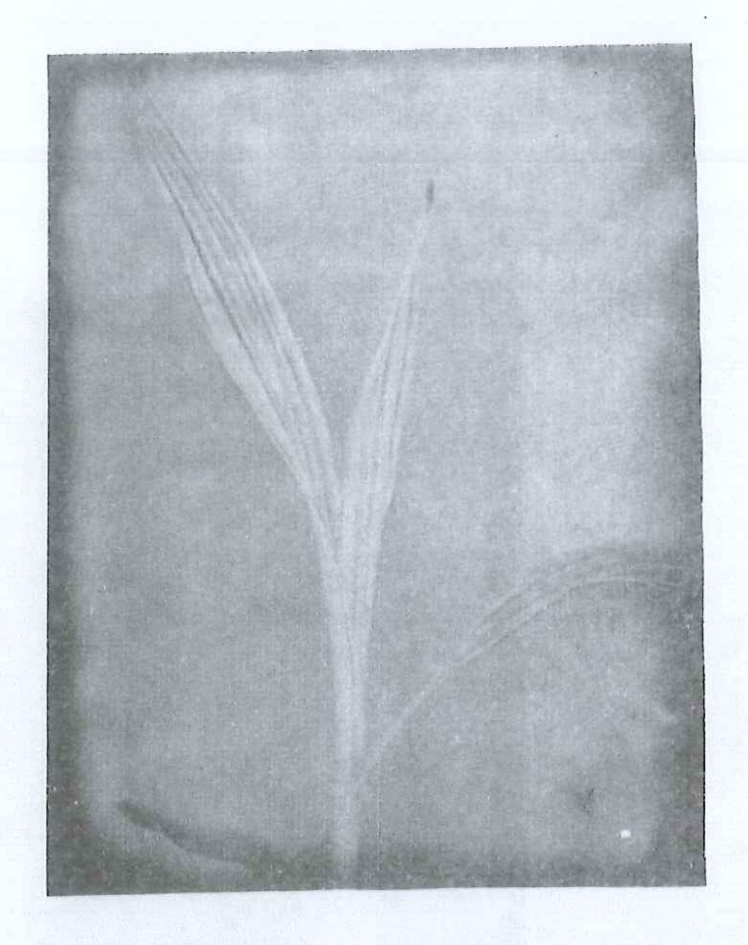


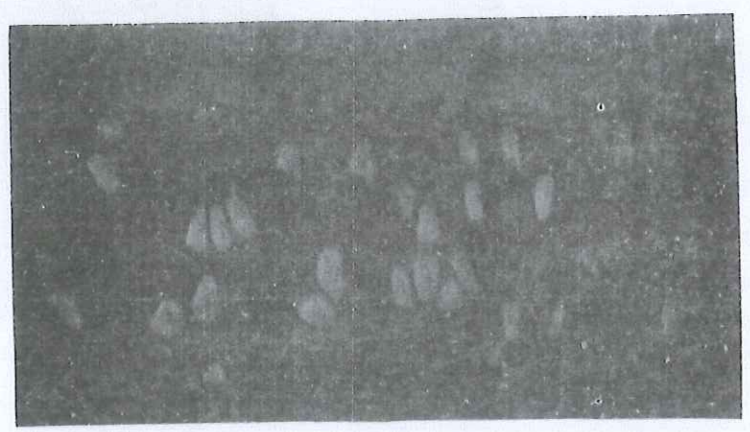
شكل ٨ ـ ٢٨ Su (sugary endosperm) (السويداء السكرية) البذور مجعدة ولماعة لدى جفافها ، وتكون ممتلئة وحلوة المذاق في الطور الحليبي .

شكل ٨ ـ ٢٩ La (lazy) (الكسلان) النبات مضطجع على الارض تماماً ، وهذا الاضطجاع يبدأ عادة عندما يكون النبات بارتفاع ٣٠ ـ ٤٥ سم .

شكل ٨ ـ ٣٠ Tu (tunicate ear) (العرنوص مغلف) الحبوب في العرنوص مغلفة بقنابع طويلة (الى اليسار) كما ان النورة الذكرية تكون كبيرة وخشنة المظهر (الى اليمين) .



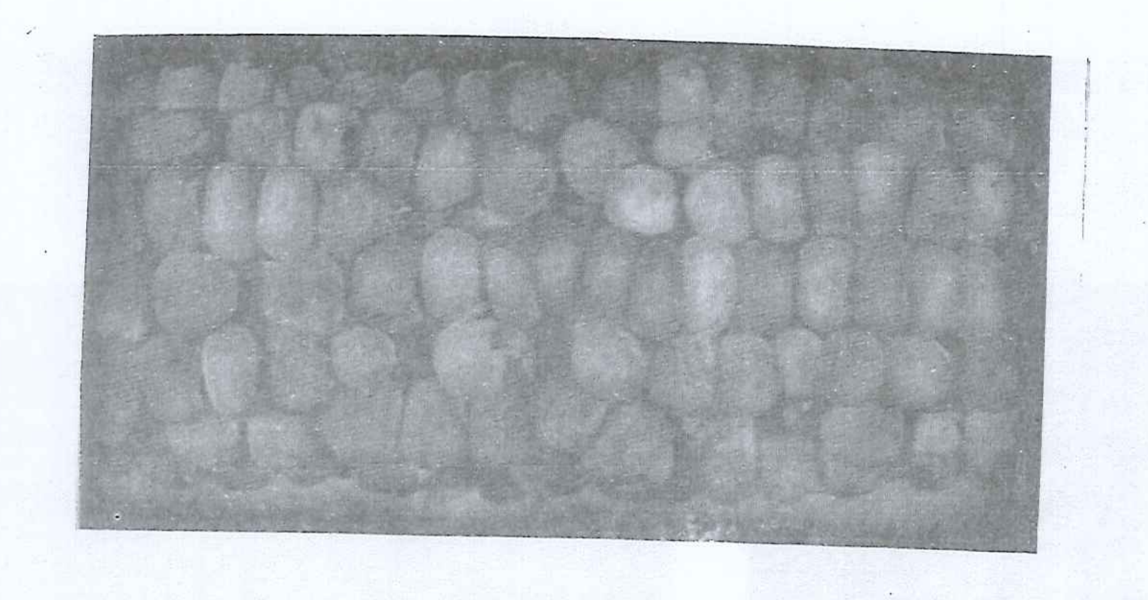


شكل ٨ ـ ٣١ (Japonica) J_2 (الياباني) . الاوراق ذات خطوط طولية بيضاء ، وبادراتها تكون بيضاء اللون تقريباً .

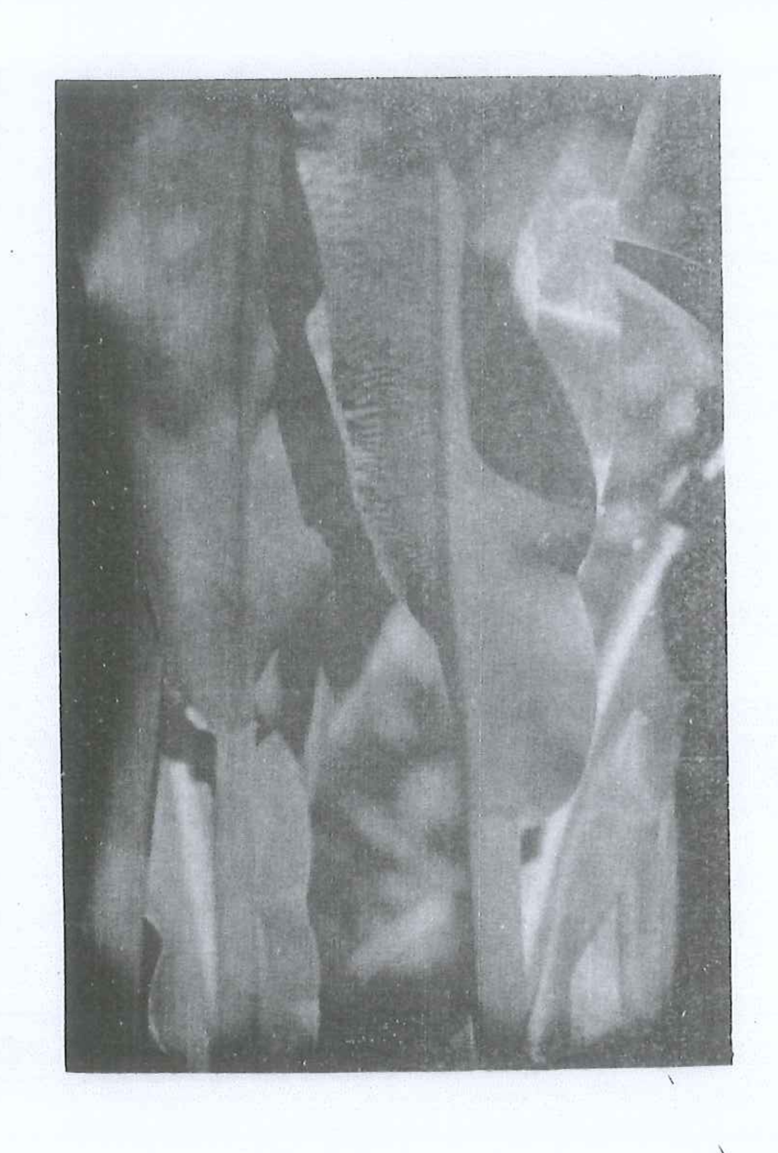
كروموسوم رقم (٥)

شكل ٨ ـ ٣٢ (anthocyaninless) a_2 (انعدام الانثوسيانين)

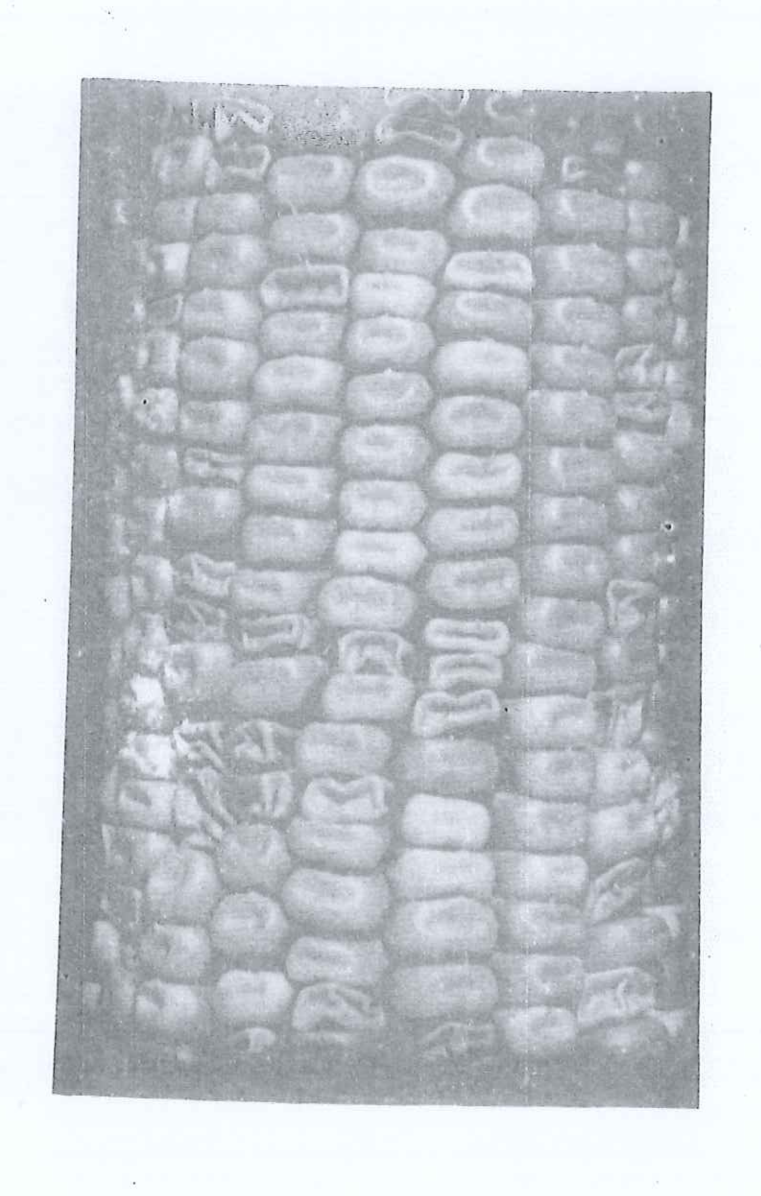
الحبوب تبدو بيضاء اللون على المرنوص ذي الحبوب الملونة بوجود صبغة الانثوسيانين . النبات بني اللون يتدهور كلما تقدم في النمو .



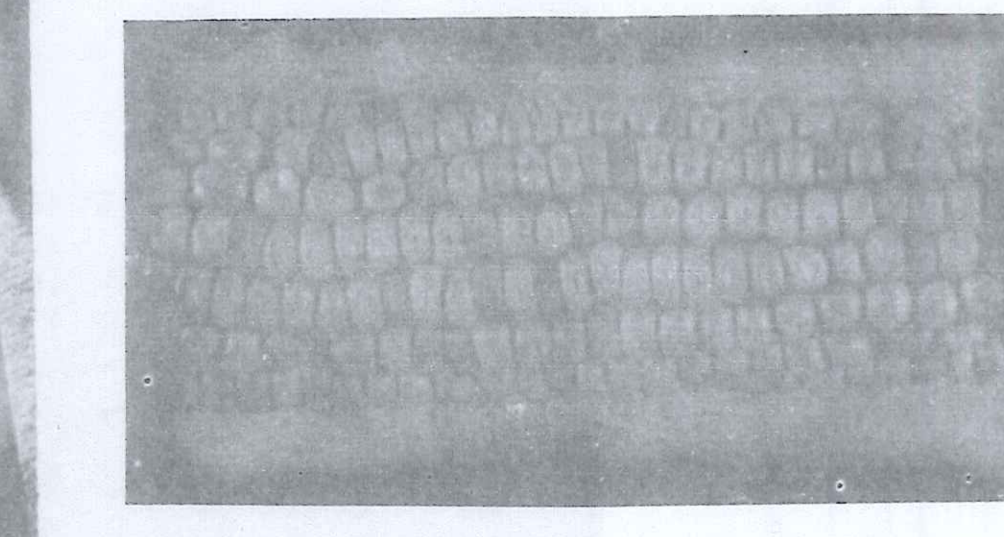
شكل ٨ – ٣٣ Vp_2 (Viviparous) (البذور النابتة) هذه الحالة تشبه حالة الطافر Vp_5 (البذور النابتة) هذه الحالة تشبه حالة الطافر Vp_5 والبذور تكون صغيرة ولونها افتح .

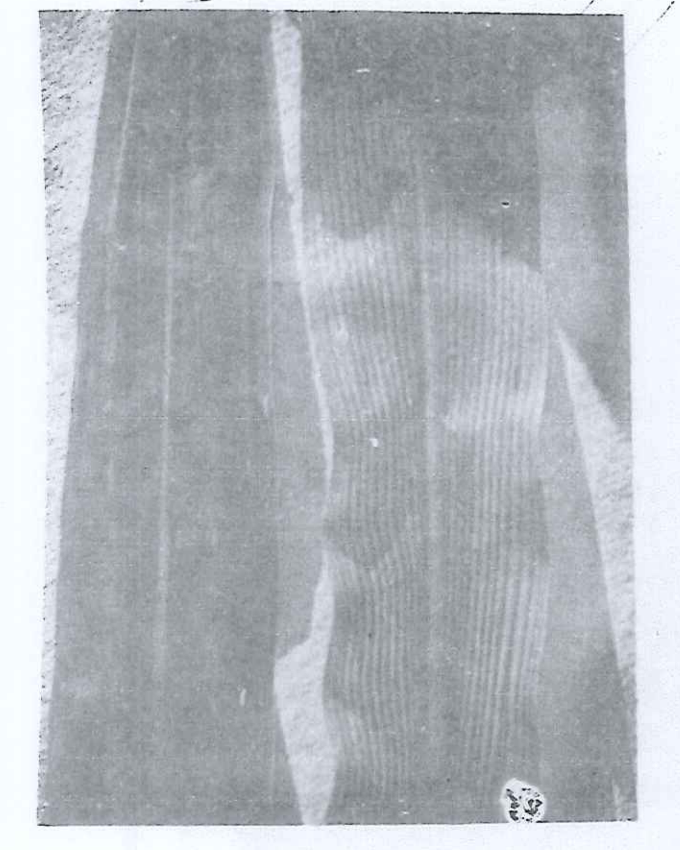


شكل ٨ ـ ٣٤ (bm₁ (brown midrib) (العرق البني) عرق الورقة بني اللون وقد يتطور اللون . ويمتد الى اجزاء نصل الورقة الاخرى سيا في الاوراق القديمة وكذلك الجذر وحتى قالح العرنوص (النبات الى اليسار) .



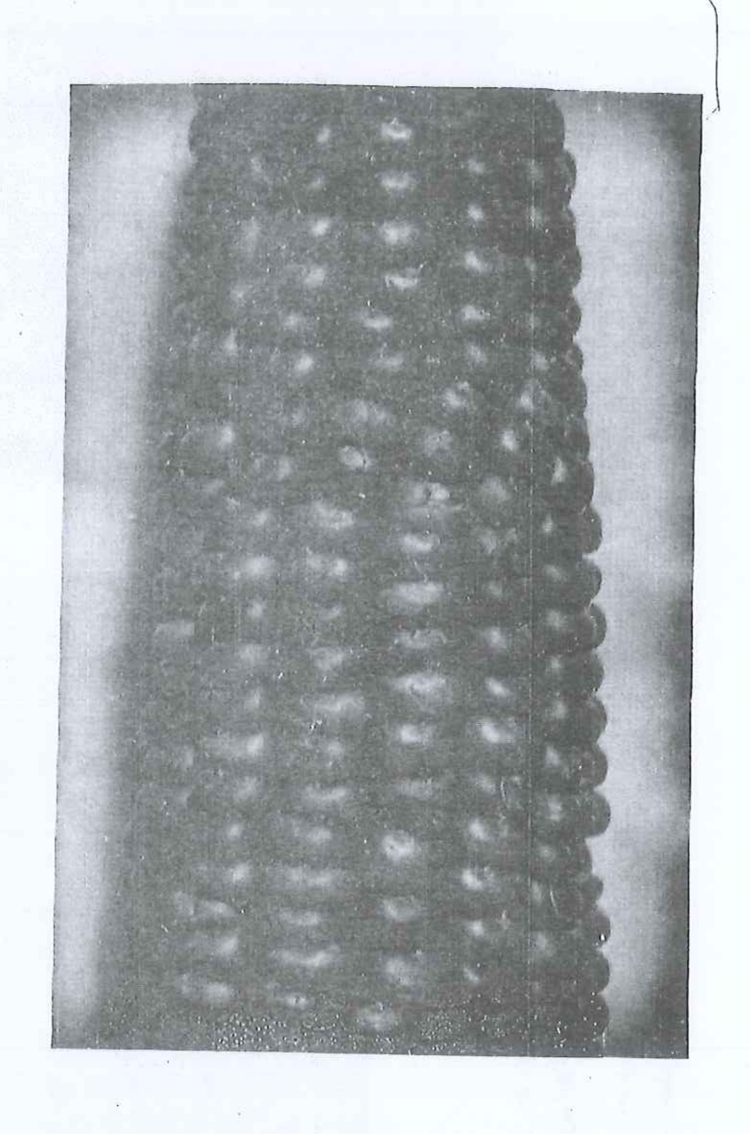
شكل ٨ ـ ٣٥ bt1(brittle endosperm) (السويداء الهشة) البذور عند النضج تضمر وتكون احيانا شفافة وهشة الكسر .



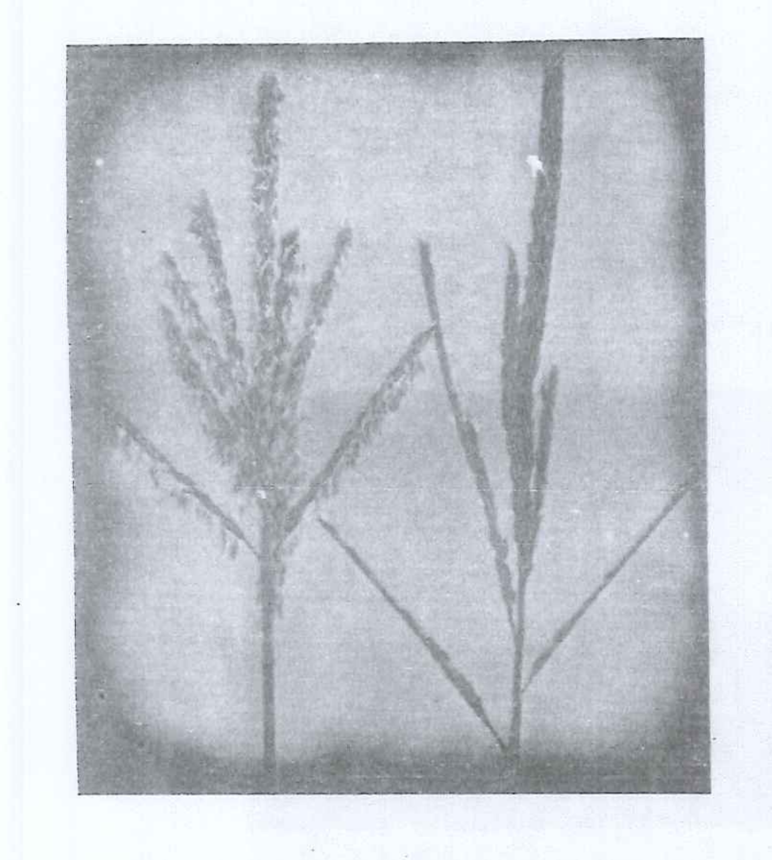


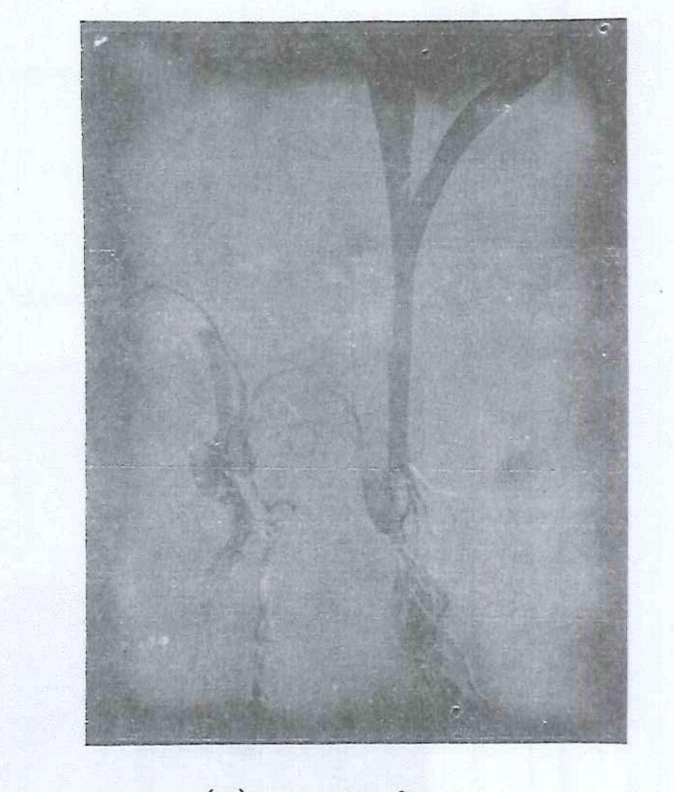
شكل ٨ ـ ٣٦ ae (amylose extender) (احتواء الاميلوز) البذور تبدو داكنة في اللون الاصفر لاحتواء سويداءها على نسبة اعلى من الاميلوز.

شكل ٨ ـ ٣٧ ys_1 (yellow stripe) (الخط الاصفر)
الاوراق ذات خطوط صفراء بين العروق تشبه اعراض نقص الحديد (الورقة الى اليمين).



شكل ٨ ـ ٣٨ pr (red aleurone) (الاليرون الاحمر) الحبوب الوردية اللون تغدو حمراء وكذلك المتوك .

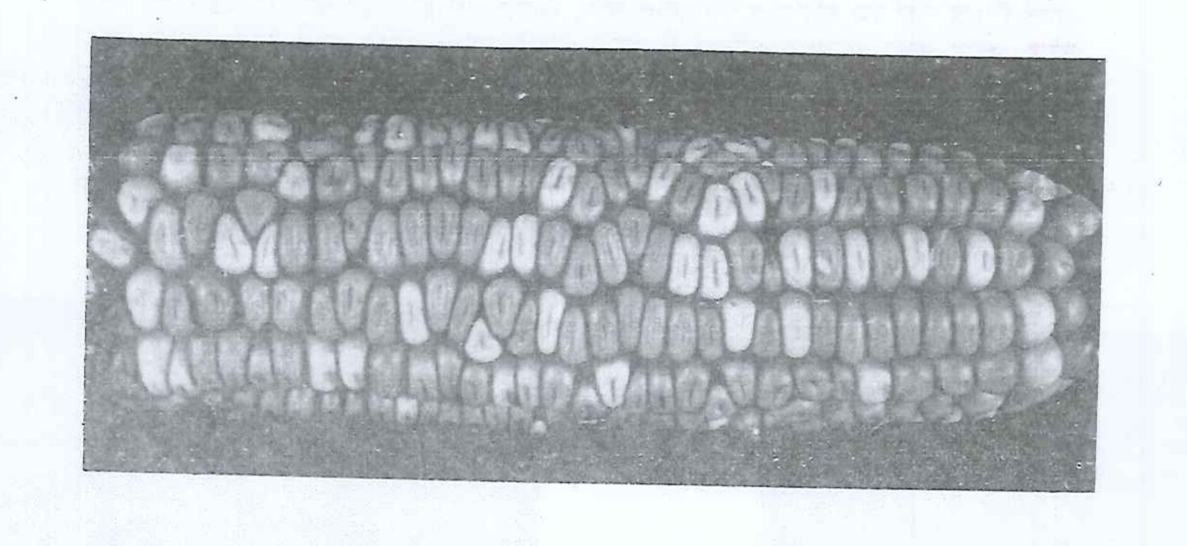




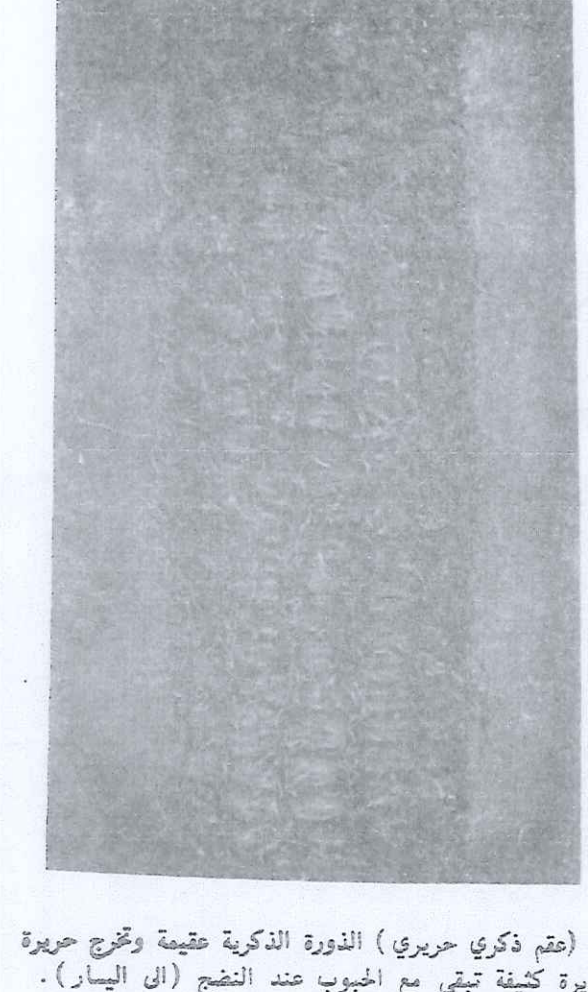
كروموسوم رقم (٦)

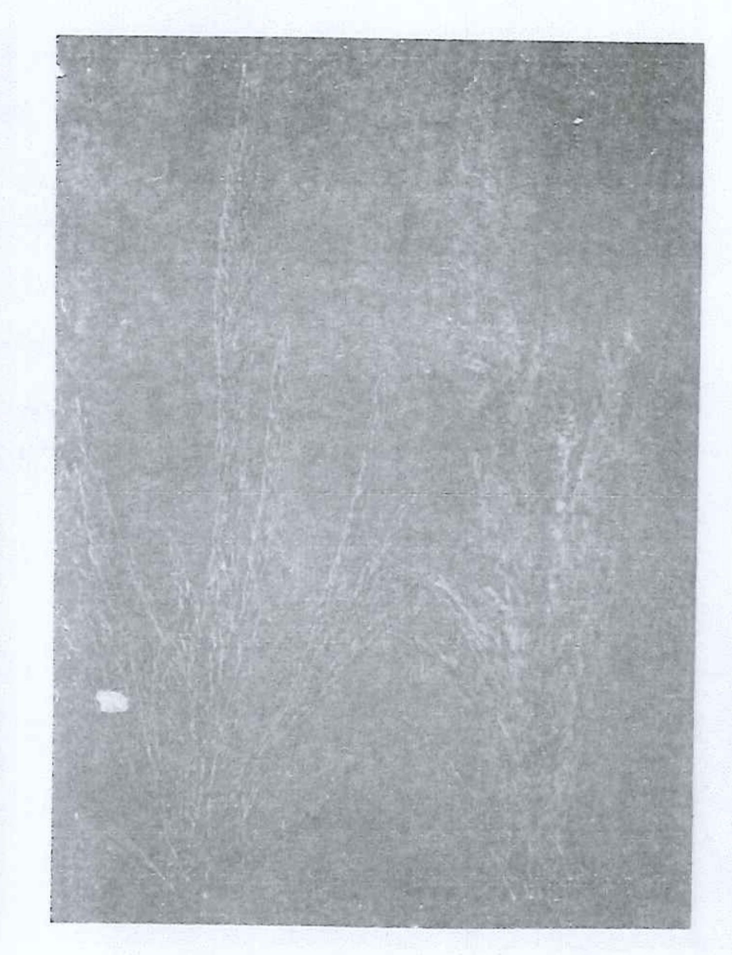
شكل ٨ ـ ٣٩ rgd (ragged) (تهروء البادرة) البادرة غير قادرة على البزوغ من سطح التربة حيث تكون ذات مظهر متهرى وكانها قديمة في النمو ومصفرة نسبيا واوراقها الاولى خيطية او شريطية .

شكل ٨ ـ ٤٠ po_1 (polymitotic) (تعدد الانقسام الاعتيادي) تظهر على النورة الذكرية فتكون عقيمة ، حيث تحدث انقسامات اعتيادية في الخلايا الذكرية لانتاج حبوب اللقاح بسرعة وبدون حدوث انقسام في الكرموسومات فتكون حبوب اللقاح عقيمة (النبات الى اليمين) . العرانيص تكون غير ممتلئة كذلك .

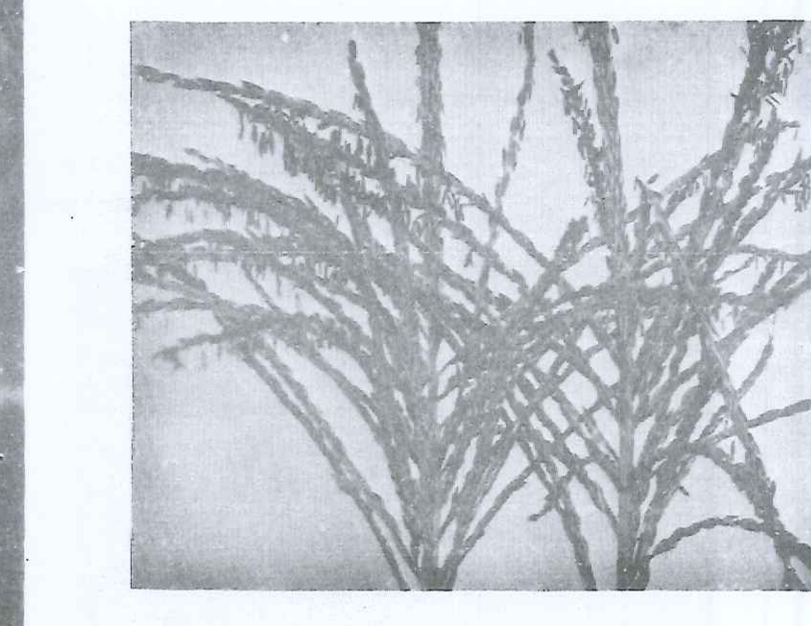


شكل ٨ ـ ٤١ Y_1 (yellow endosperm) (السويداء الصفراء) تغلب صفرة شديدة على الحبوب لاحتوائها على صبغة الكاروتين .





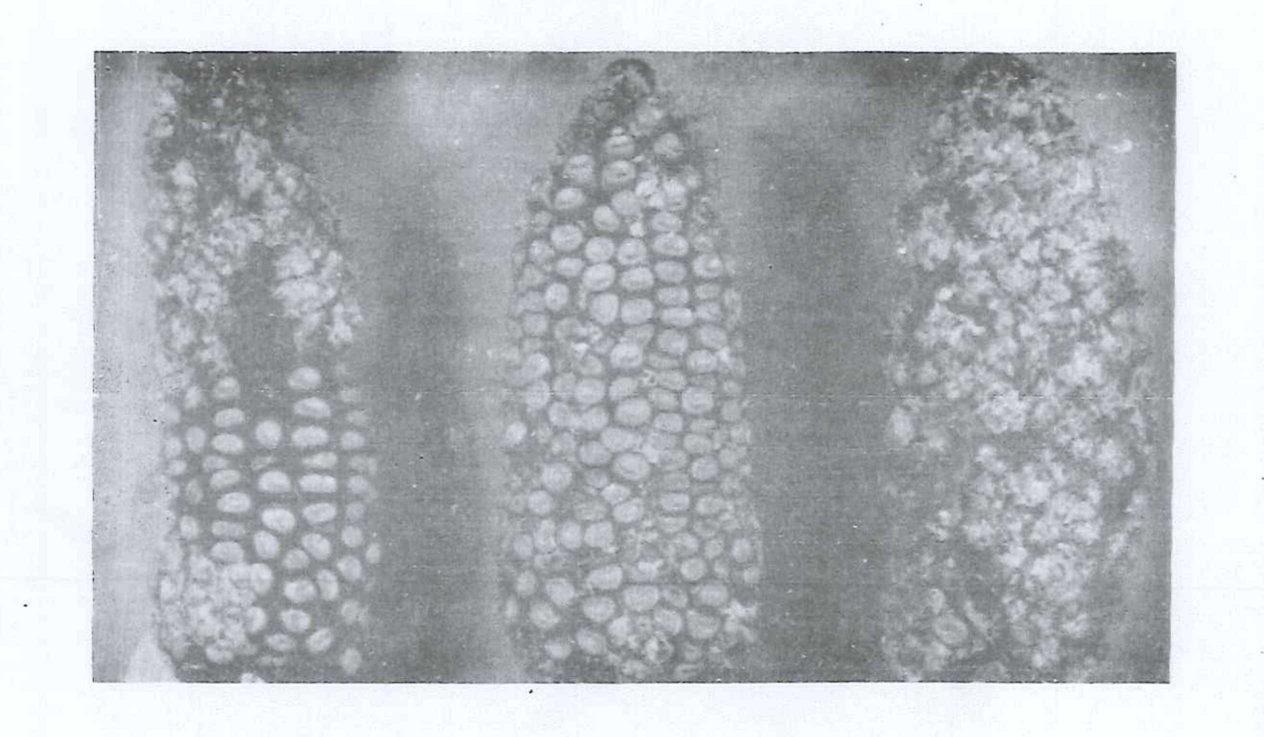
شكل ٨ ـ ٤٢ ms-si (malesterile-siky) (عقم ذكري حريري) الذورة الذكرية عقيمة وتخرج حريرة من زهيراتها (الى اليمين) والعرنوص ذو حريرة كثيفة تبقى مع الحبوب عند النضج (الى اليسار).



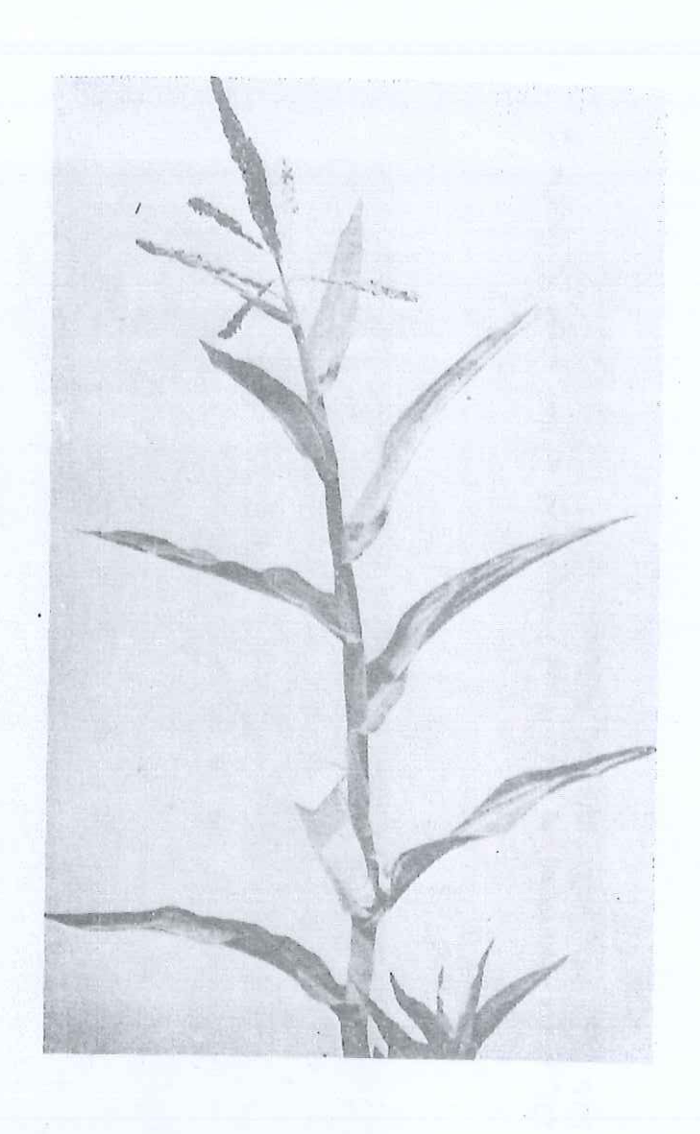


شكل ٨ ـ ٤٣ **pl (purple)** (الارجواني) النورة الذكرية ذات متوك ارجوانية مع جينات اخرى لصبغة الانثوسيانين التي تمتد الى اجزاء النبات الاخرى.

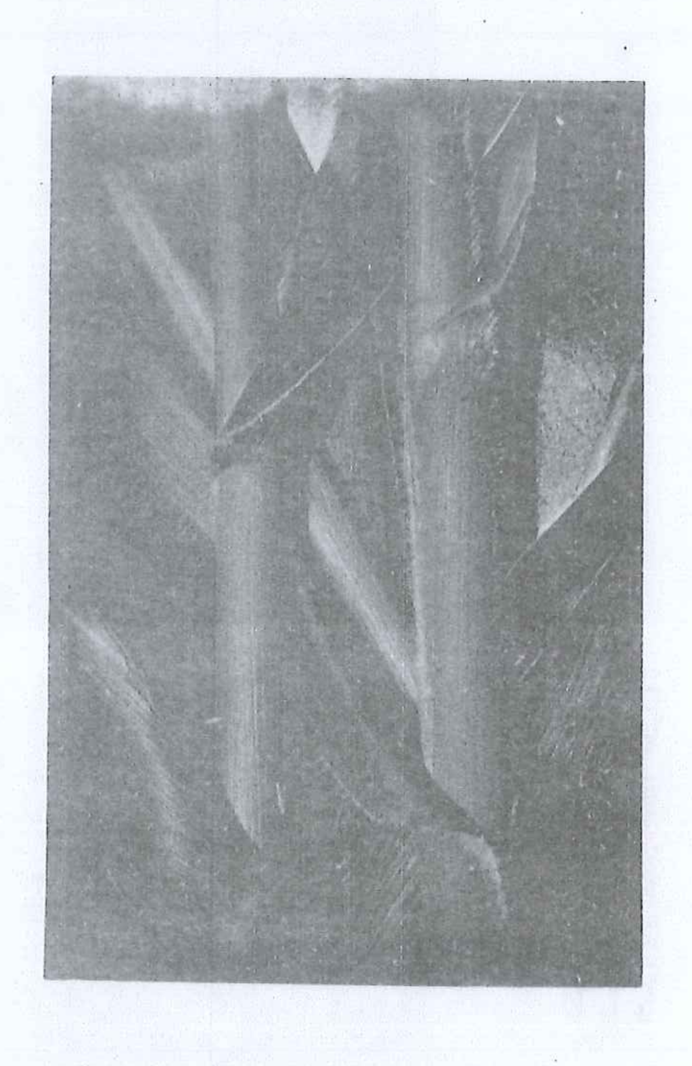
شكل ٨ ـ ٤٤ **sm (salmon silk)** (الحريرة الوردية) الحريرة ذات لون وردي (يشبه لون لحم سمك السلمون).



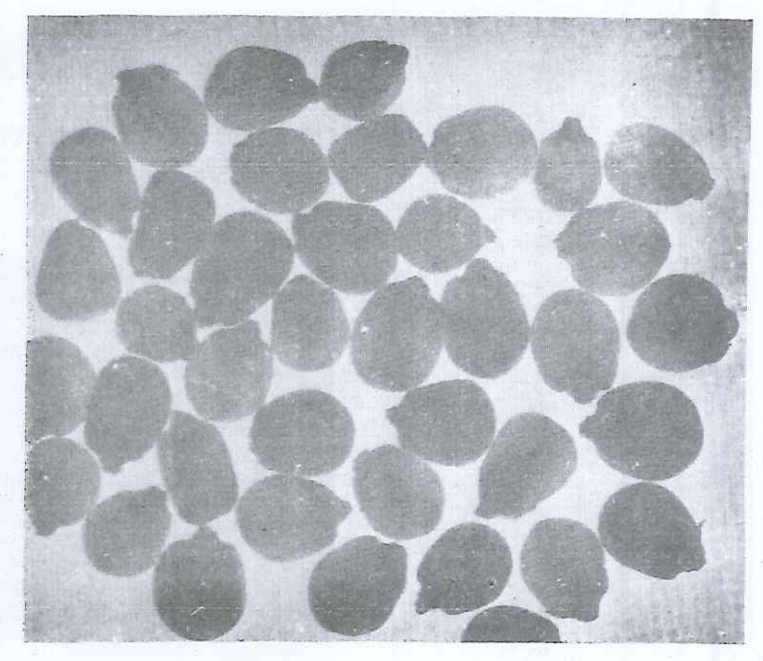
شكل ٨ ـ ٤٥. pt (polytypic) (تعدد الانسجة) تتكون انسجة ضن المدقة متنوعة على العرنوص مع نموات الحريرة فتظهر باشكال متباينة على العرنوص.

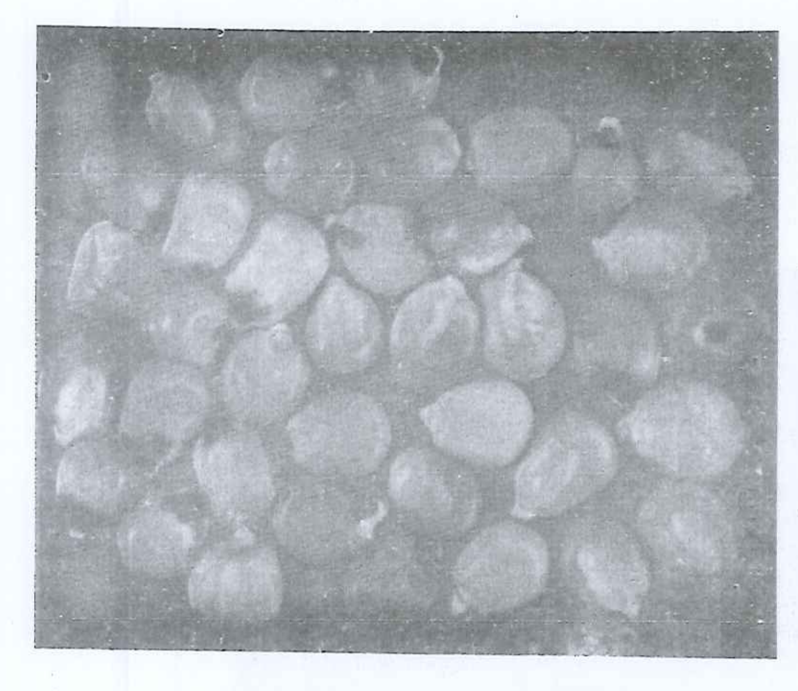


شكل ٨ ـ ٤٩ (pigmy) py (ابقع) النبات قصير واوراقه صغيرة مدببة ذات خطوط بيضاء .

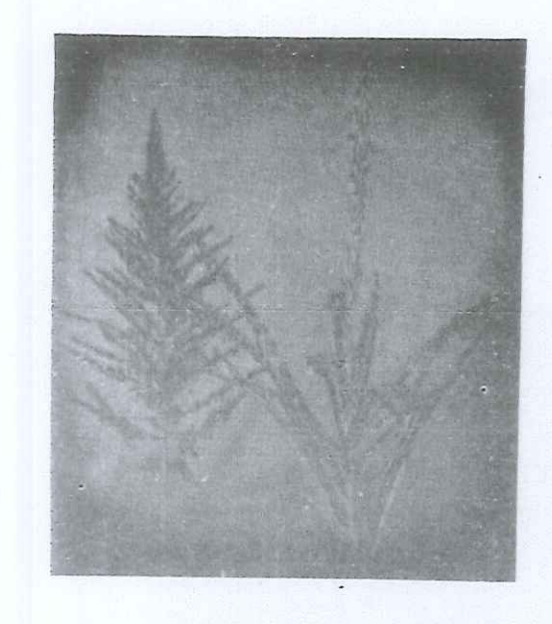


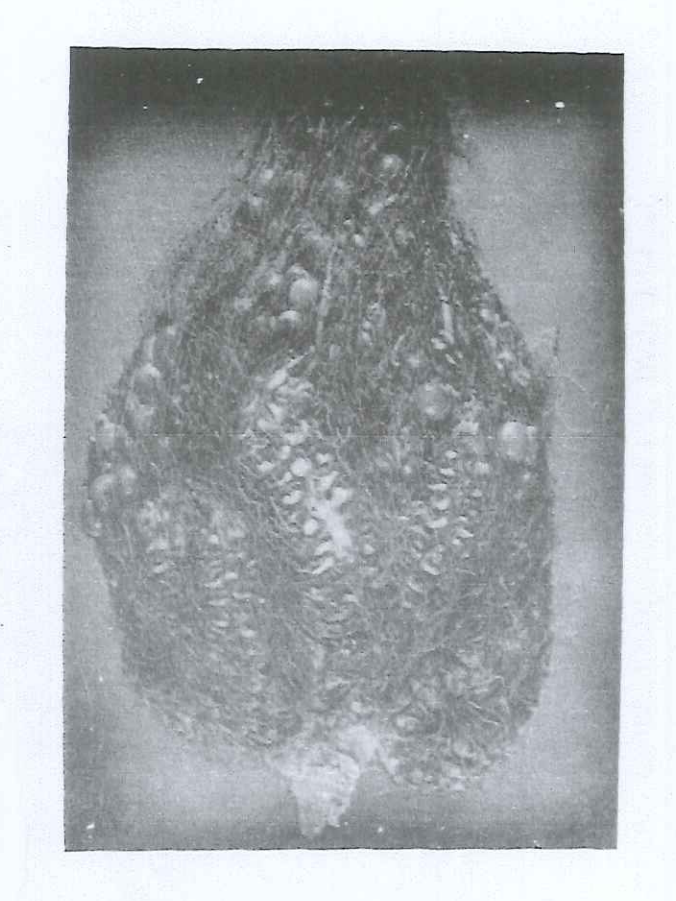
كروموسوم رقم (٧)
شكل ٨ ـ ٤٧ Hs (hairy sheath) (الغمد الشعري) شعيرات كثيفة على غمد الورقة والذرية المنعزلة صعبة التصنيف (النبات الى اليمين).



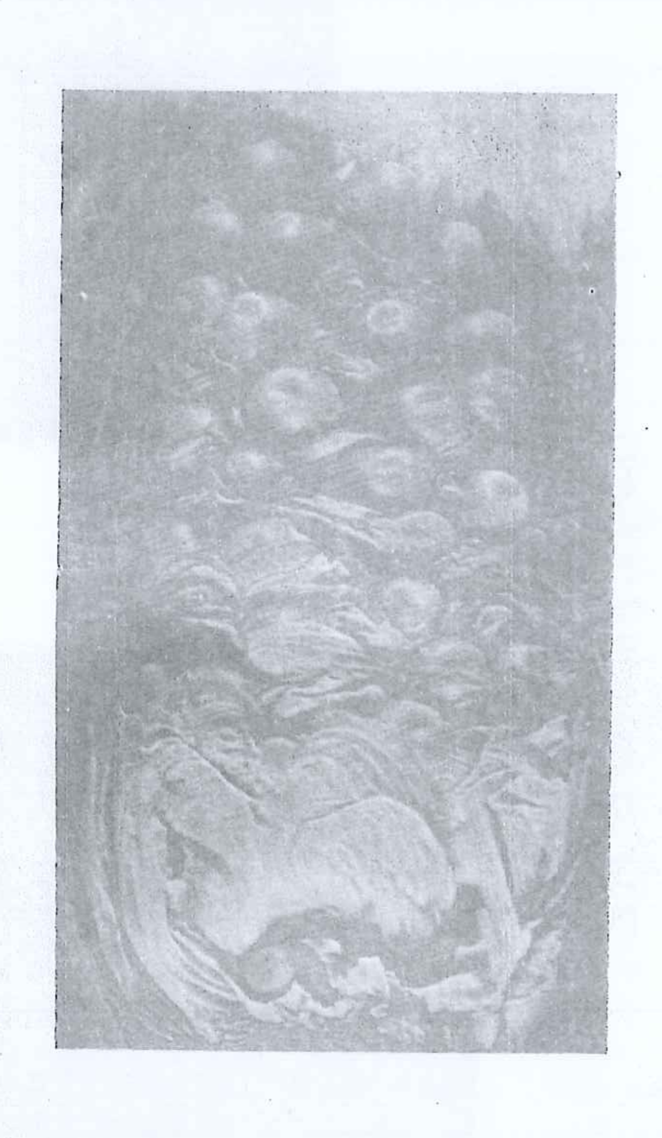


شكل ٨ - ٤٨ O_2 (opaque) (بذور معتمة)
السويداء هشة طحينية ولا تمرر الضوء وتحوي على نسبة عالية من اللايسين (البذور الى اليمين اضيئت من الاسفل والى اليمين بحالتها الطبيعية).

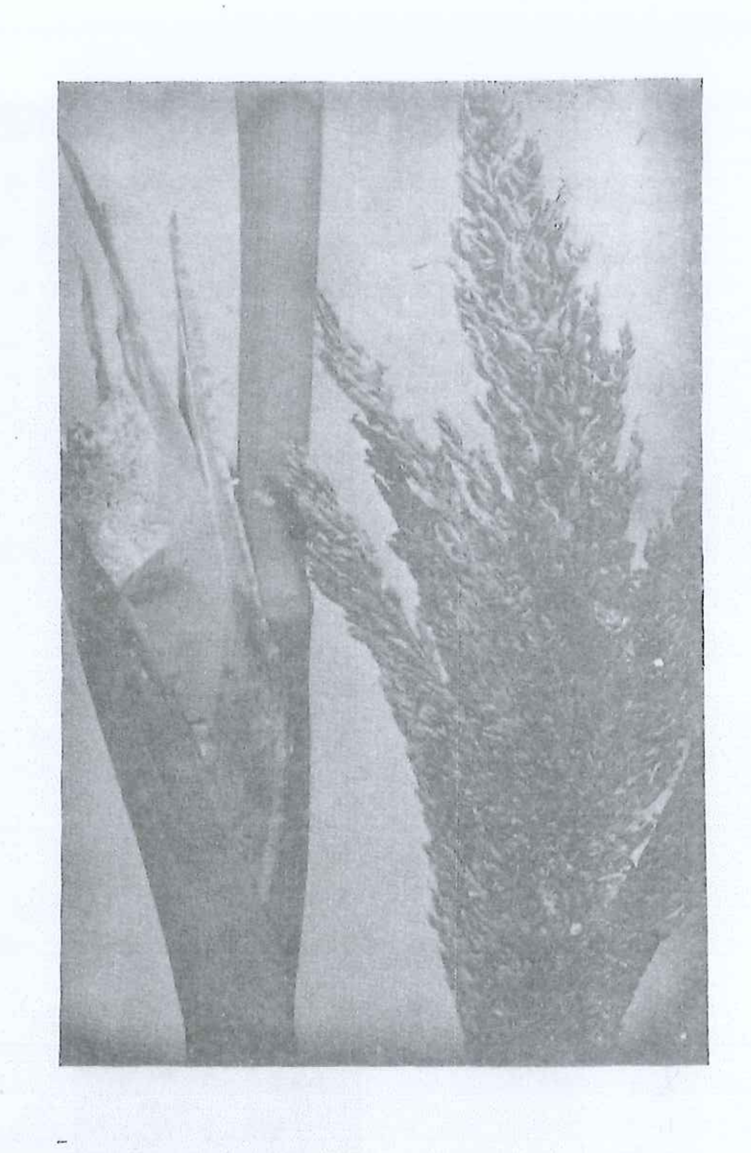




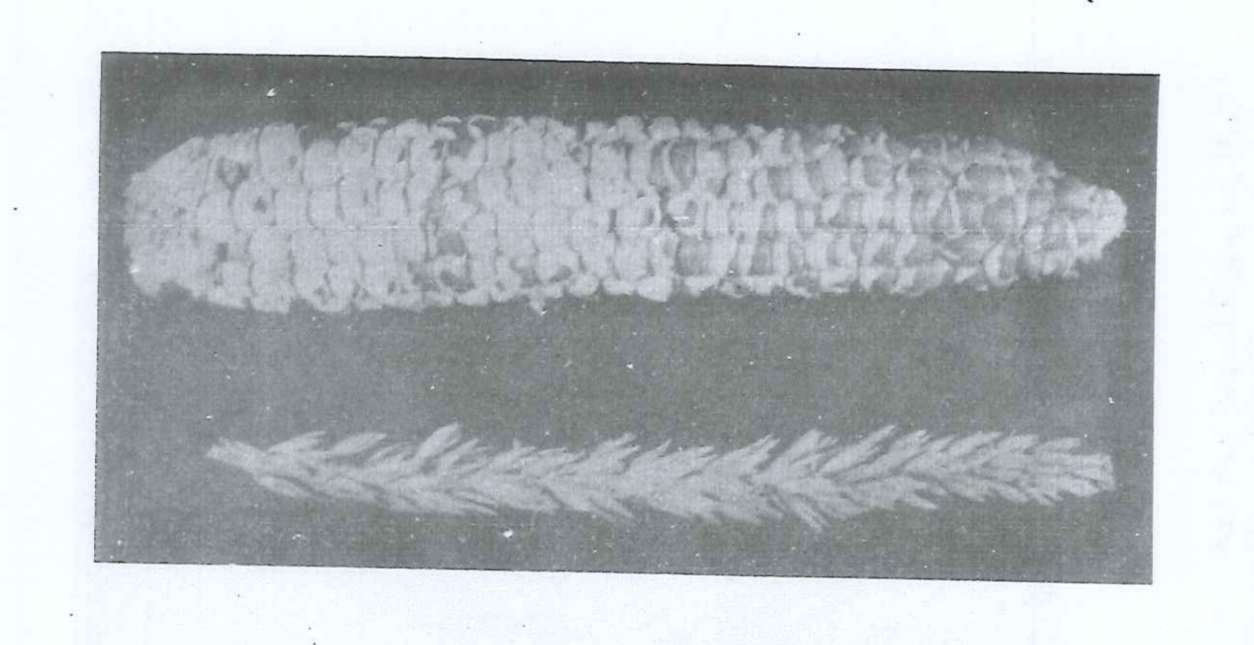
شكل ٨ ــ ٥٠ ra_1 (ramosa) (تفرع العرنوص) العرنوص متفرع على شكل كتلة من العرانيص الصغيرة (إلى اليمين) والنورة الذكرية مخروطية الشكل (النورة اليسرى في اليسار).



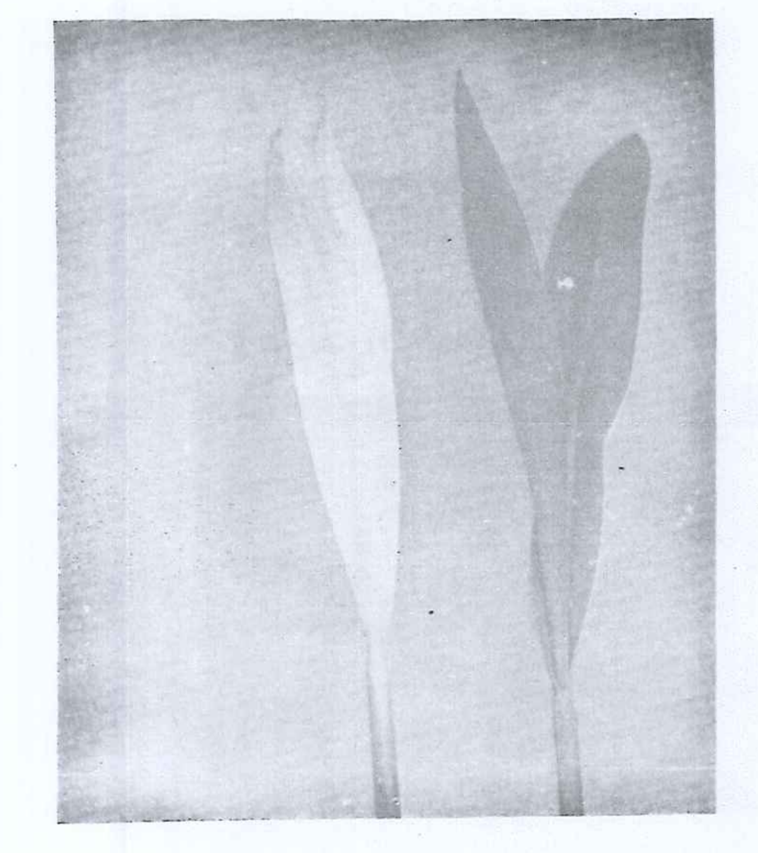
شكل ٨ ـ ٤٩ (teopod) Tp_1 (المرنوص الملفف) المرنوص صغير مغلف من الاسفل باغلفة حول الحبوب وبينها ، النبات شديد التفرع وذى اوراق رفيعة .

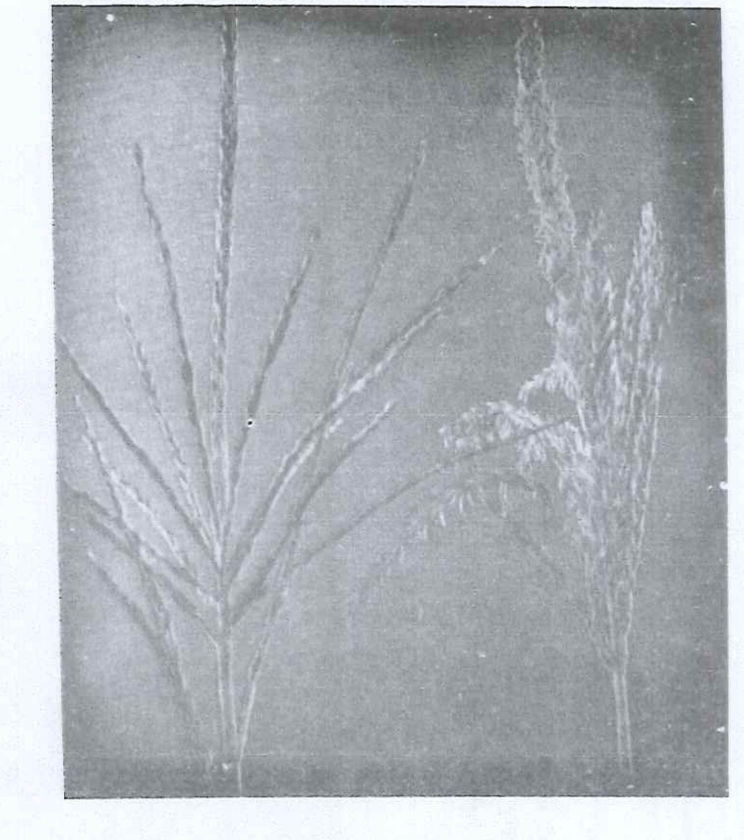


شكل ٨ – ٥٧ bd (branched silkless) (انعدام الحريرة وتفرع المرنوص) المرنوص عديم الحريرة ويتوزع من الاسفل النورة الذكرية ذات سنبيلات من مجاميع من اثنتين فاكثر .



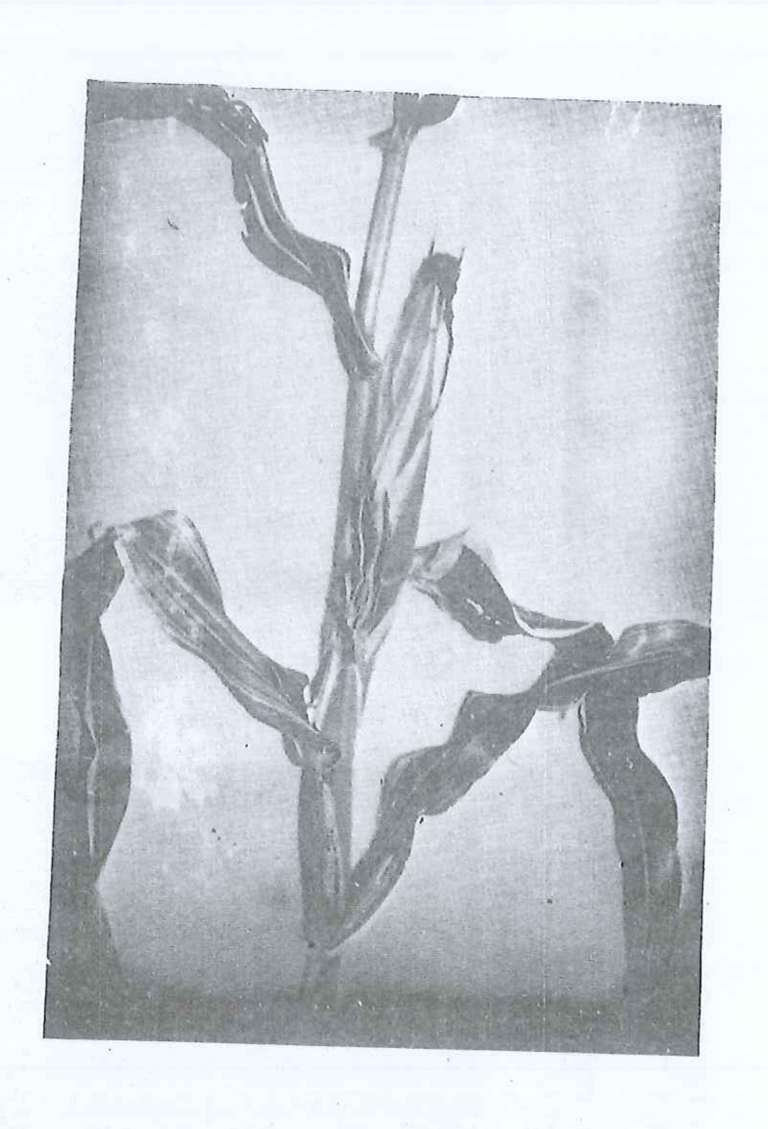
شكل ٨ ـ ٥٣ **Pn (papyrescent glumes)** (القنابع الورقية) القنابع طويلة الشكل حول كل من زهيرات النورتين الذكرية والانثوية. والحبوب غالبا مغطاة بتلك القنابع .





شكل رقم (٨ – ٤٥) (Virescent) V_{16} (اصفرار البادرة) البادرة صفراء اللون (الى اليسار) وهي تشبه الطافر .

شكل ٨ – ٥٥ (male sterile) ms_8 (عقيم ذكريا) النورة الذكرية لاتمطي متوكا وحبوب اللقاح تموت عادة (الى اليسار)



شكل ٨ – ٥٦ (Japonica) J_1 (الياباني) خطوط صفراء على الاوراق والاغماد واغلفة العرنوص في النبات الكبير ولا تظهر على البادرة ، لها ارتباط بجينات اخرى . لاحظ ان بعض الصفات موجودة بدرجات متفاوتة ومتشابهة على اكثر من كروموسوم وباكثر من جين .

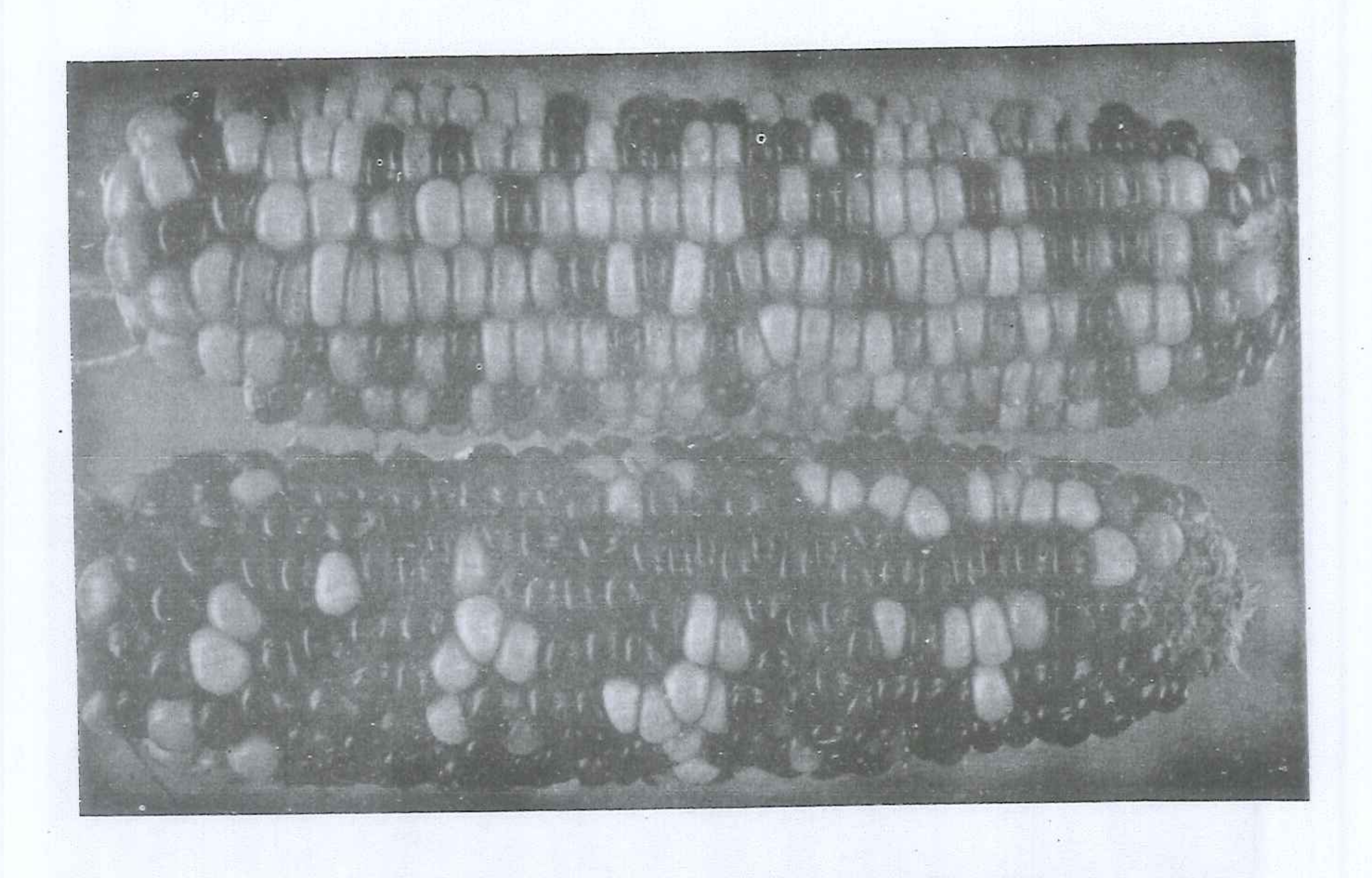
٥

كروموسوم رقم (٩)

شكل ٨ ـ ٥٧ Dt_1 (dotted) (تبقع الحبوب) الحبوب بيضاء مصفرة ذات بقع ملونة مع لون ارجواني يظهر على المتوك واغماد الاوراق.

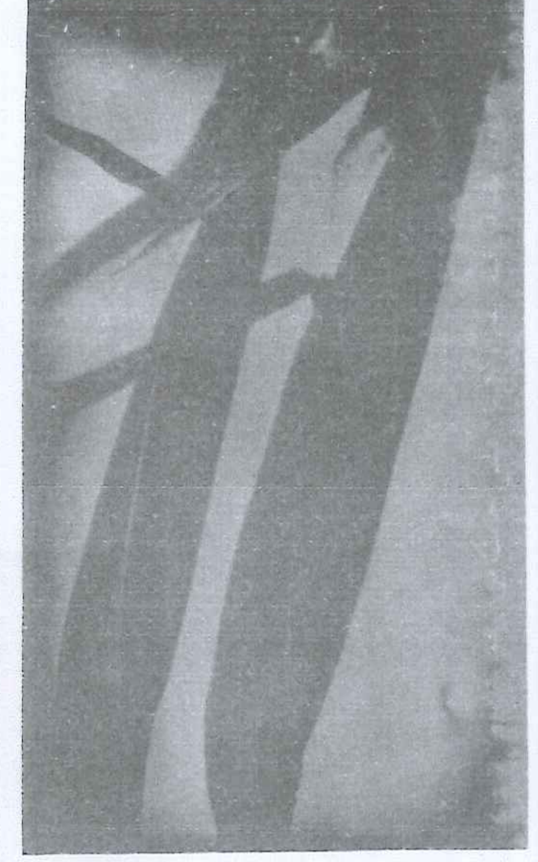


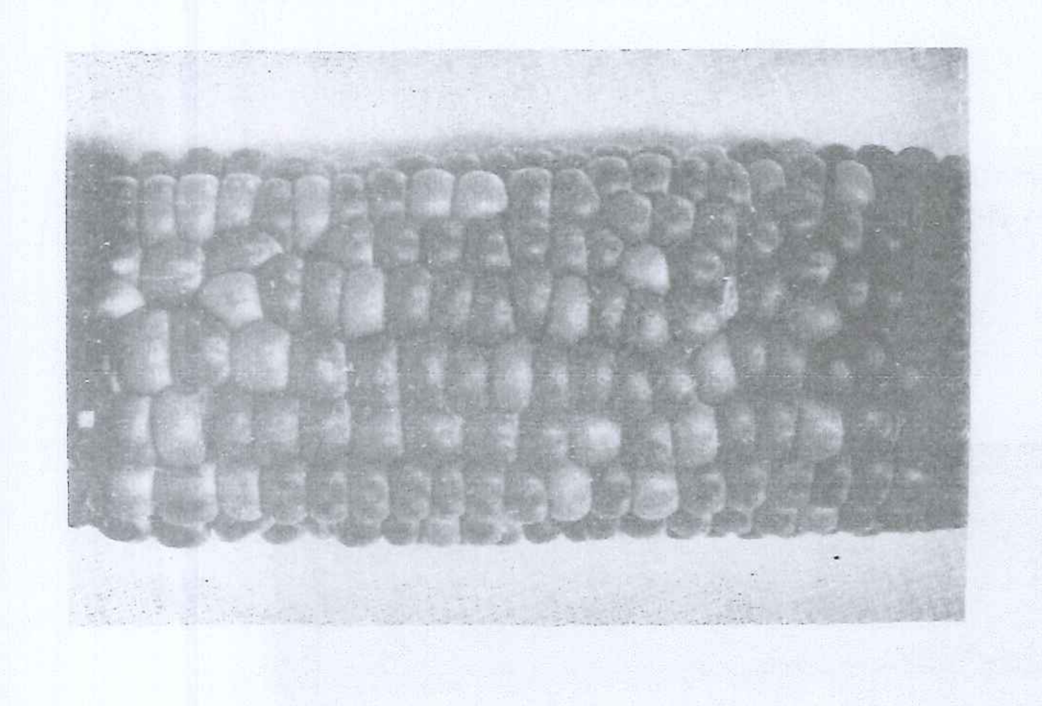
شكل ٨ ـ ٥٨ wd (white deficiency) (النقص الابيض) البادرات بيضاء تنتج بسبب فقد جزء من الذراع القصير للكروموسوم ٩ ، عندما يكبر النبات يبدو التخطيط الابيض على اوراقه .



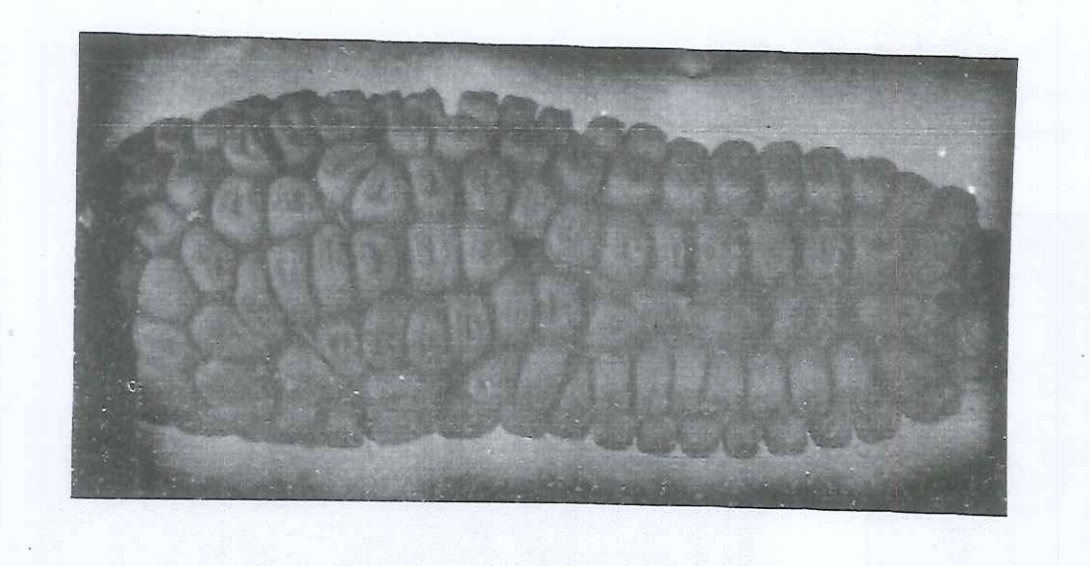
شكل ٨ ـ ٥٩ (aleurone color) C_1 (لون الاليرون) يسبب الجين المتغلب C الاليرون الملون والجين المتنحي C الاليرون غير الملون. العرنوص العلوي فيه ٣ : ١ غير ملون الى ملون والعرنوص السفلي فيه العكس اي ٣ : ١ ملون الى غير ملون.

شكل ٨ ـ ٦٠ sh_1 (shrunken endosperm) (السويداء المجعدة) تصفر البذور بعد النضج وتتجعد بصورة عميقة عند القمة او الجوانب .

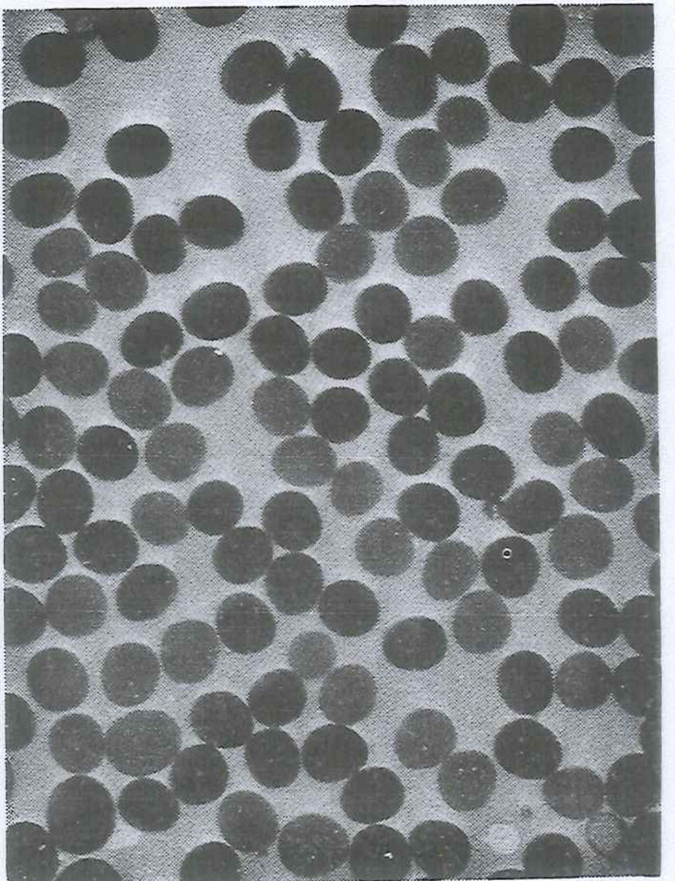


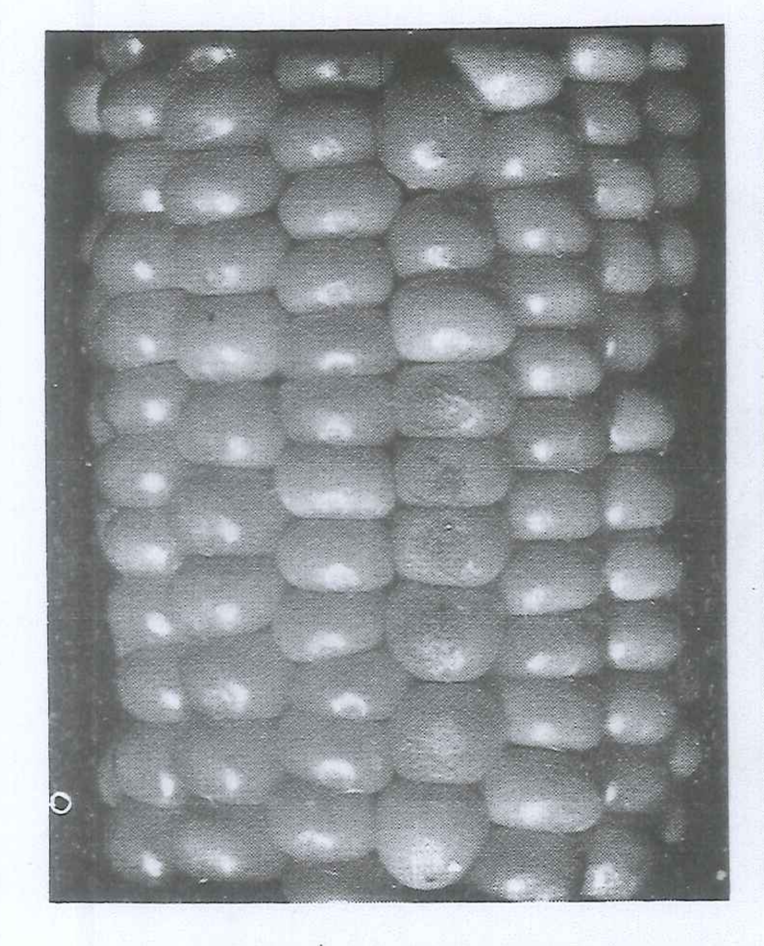


شكل ٨ ــ ٦١ (bronze) bz_1 (البرونزى) العرنوص ذو حبوب ارجوانية اللون الى بنية والنبات يكون بلون بني محمر ، والنورة الذكرية تبدو متوكها صفراء اللون فيا لو عرضت للضوء فوق البنفسجي (النورة الذكرية في الصورة الى اليسار هي من النوع البرونزي) .

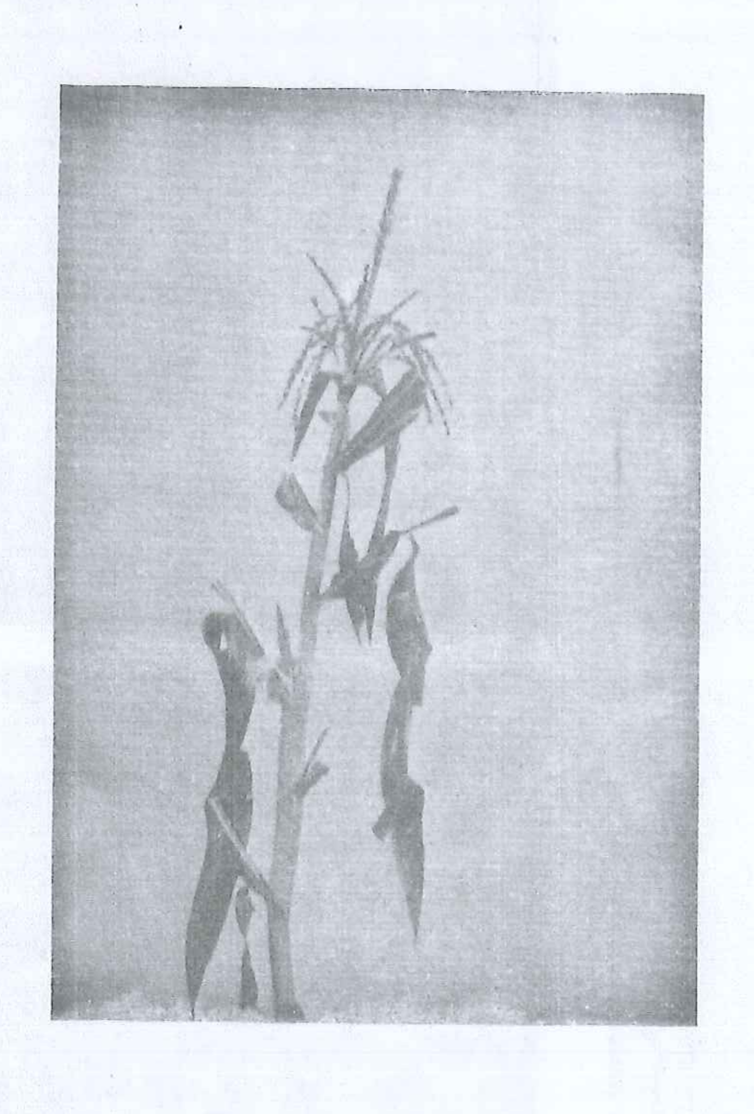


شكل ٨ ـ ٦٢ bp (brown pericarp) (الحبوب بنية الغلاف) حبوب العرنوص كلها بنية لون الغلاف متحولة من اللون الاحمر.

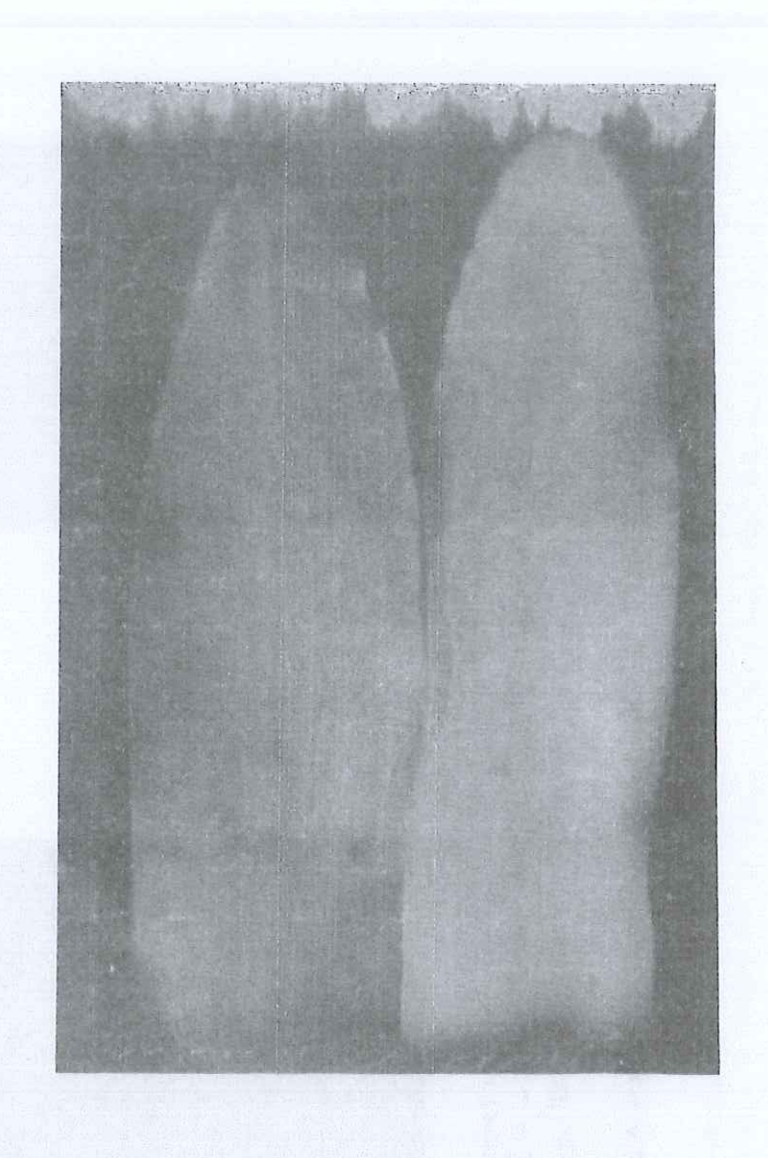




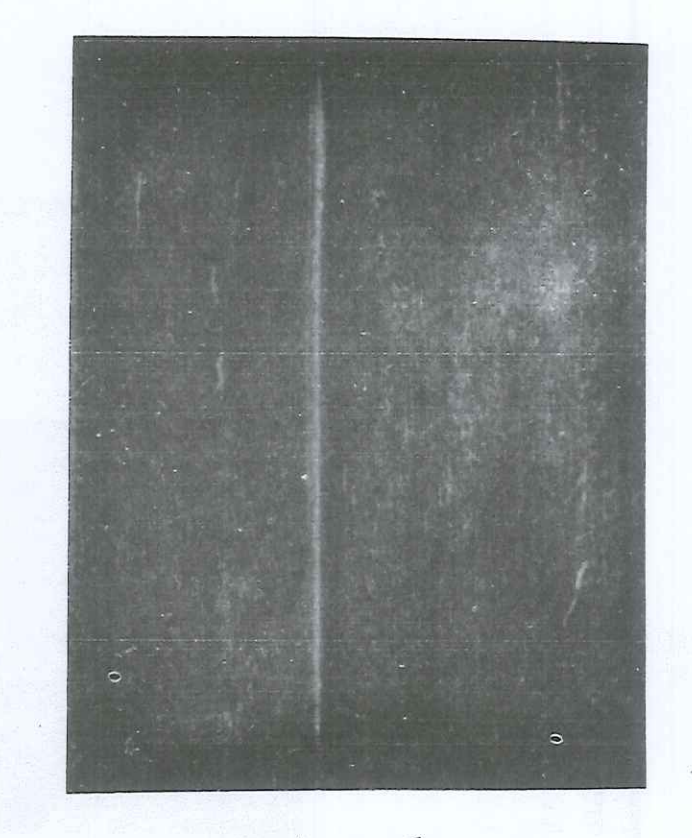
شكل ٨ ـ ٦٣ wx (waxy endosperm) (السويداء الشمعية) النشأ الموجود في السويداء وحبوب اللقاح هو اميلوبكتين (فيه قليل من الاميلوز) ويتلون باللون الاحمر بوجود اليود (حبوب لقاح الى اليمين تبدو داكنة اللون بعد تلوينها بمحلول اليود وايوديد البوتاسيوم).

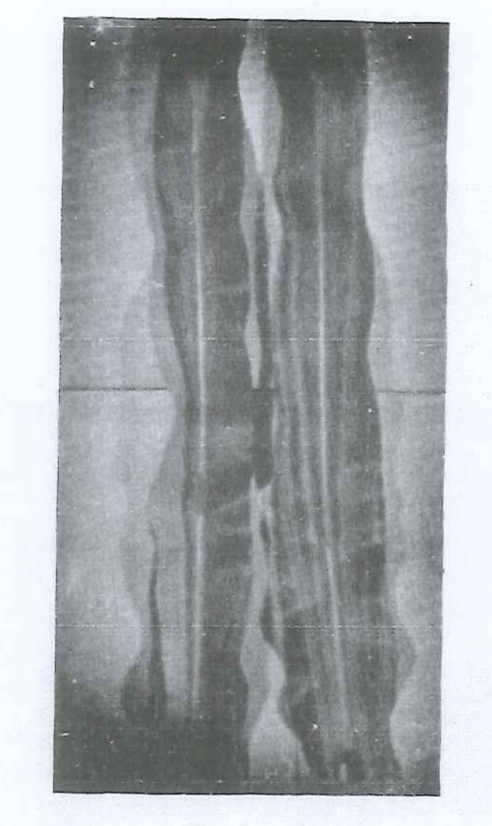


شكل ٨ ـ ٦٤ bk_2 (brittle stalk) (الساق الهش) الساق والاوراق هشة جداً تنكسر بسهولة وتتمزق الاوراق لدى هبوب الرياح المعتدلة .



شكل ٨ – ٦٥ (blue fluorescent) Bf_1 (الضياء الاورق) انسجة النبات تحوي مشتقات حامض الانثرانيلك (anthranilic) التي تشع باللون الازرق لدى تعريضها للاشعة فوق البنفسجية ، يمكن تحسس هذه المادة كذلك بالشم وهي متنحية في البادرات متغلبة في المتوك .
(الورقة الى اليمين هي التي تمثل الطافر الحاوي للمادة بوجود الاشعة فوق البنفسجية) .

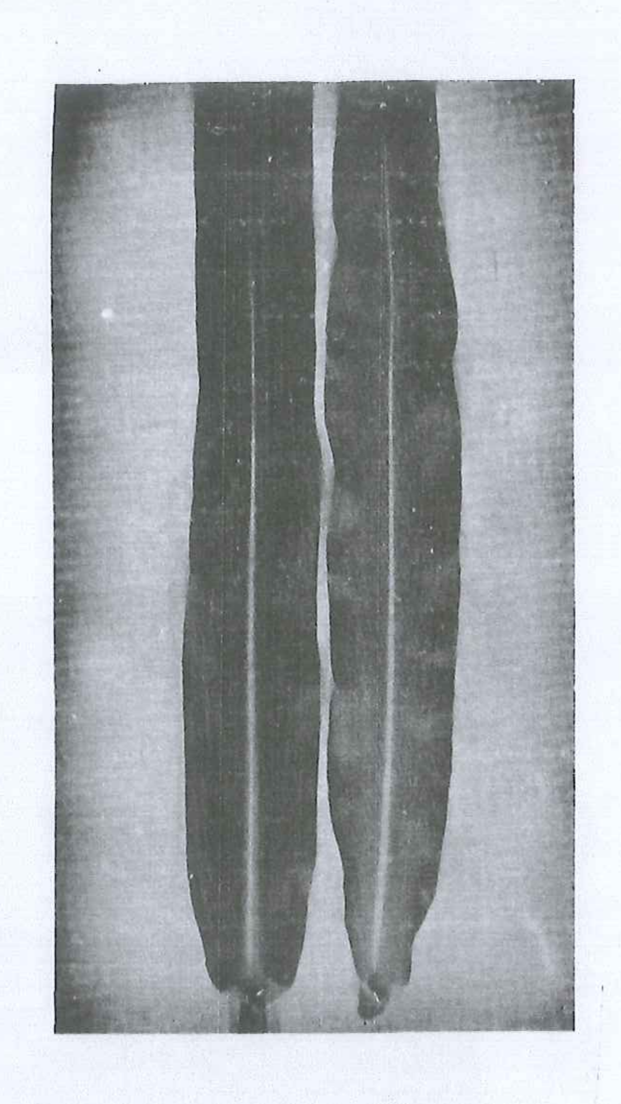




كروموسوم رقم (١٠)

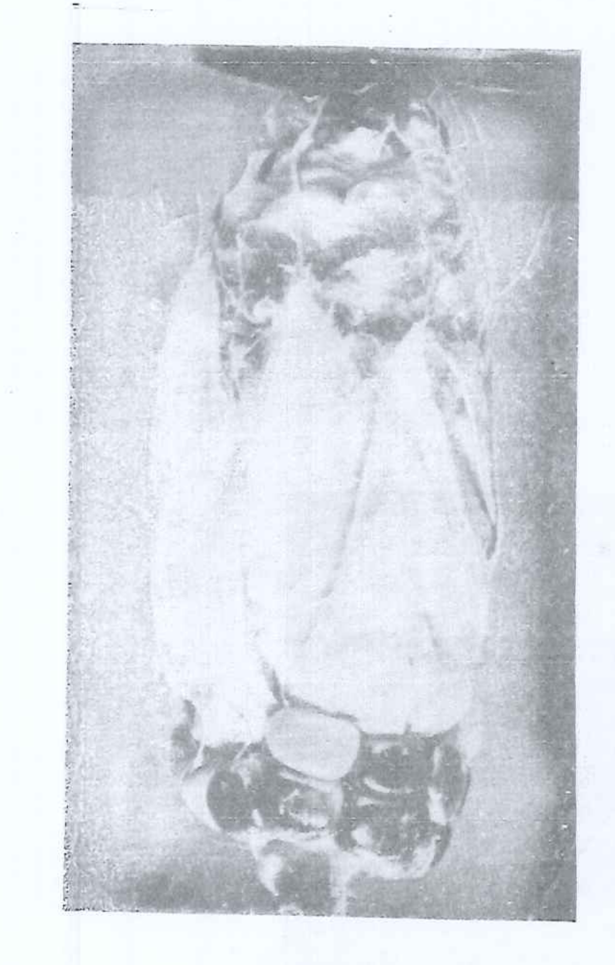
شكل ٨ ـ ٦٦ oy (oil yellow) (اصفر زيتي) البادرة خضراء اللون ذات أصفرار زيتي تبقى حتى النضج (الى اليمين) .

شكل ٨ ـ ٦٧ O_8 (Old gold stripe) (خط الذهب القديم) خطوط صفراء متباينة على الاوراق .

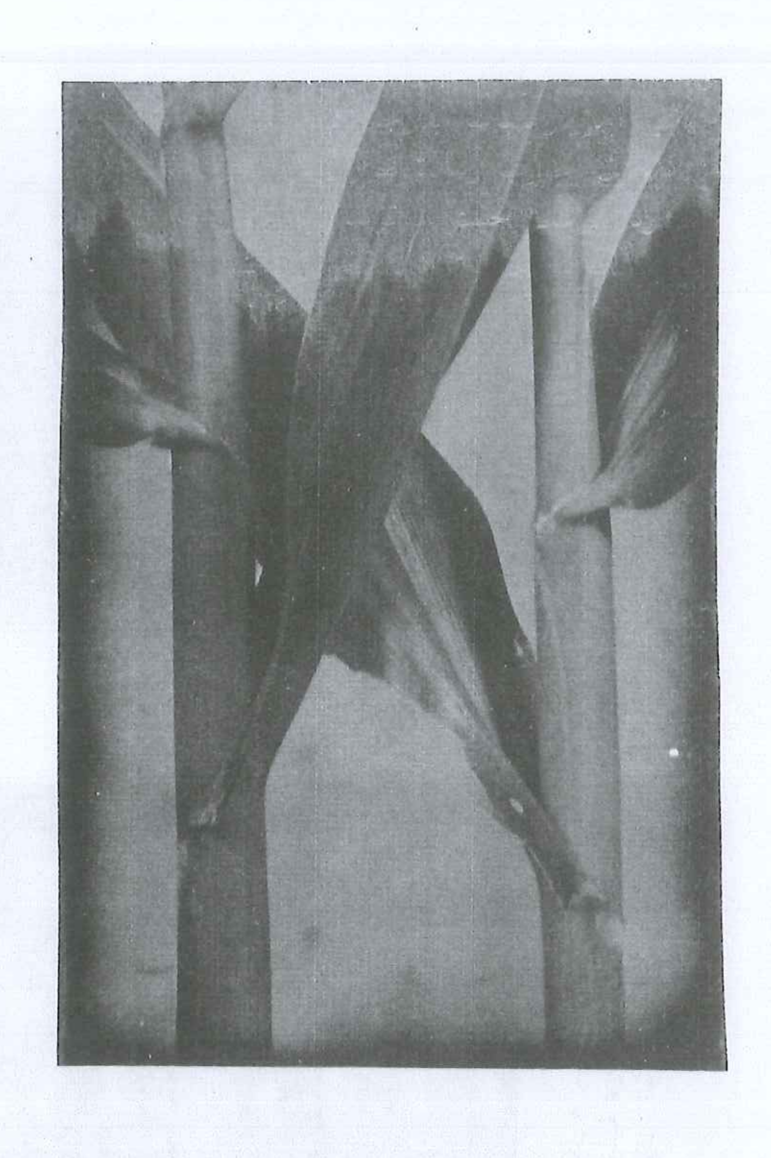


شكل ٨ ـ ٦٨ nl (narrow leaf) (الورقة الرفيعة) نصل الورقة رفيع ، تظهر عليه احيانا خطوط بيضاء صغيرة .

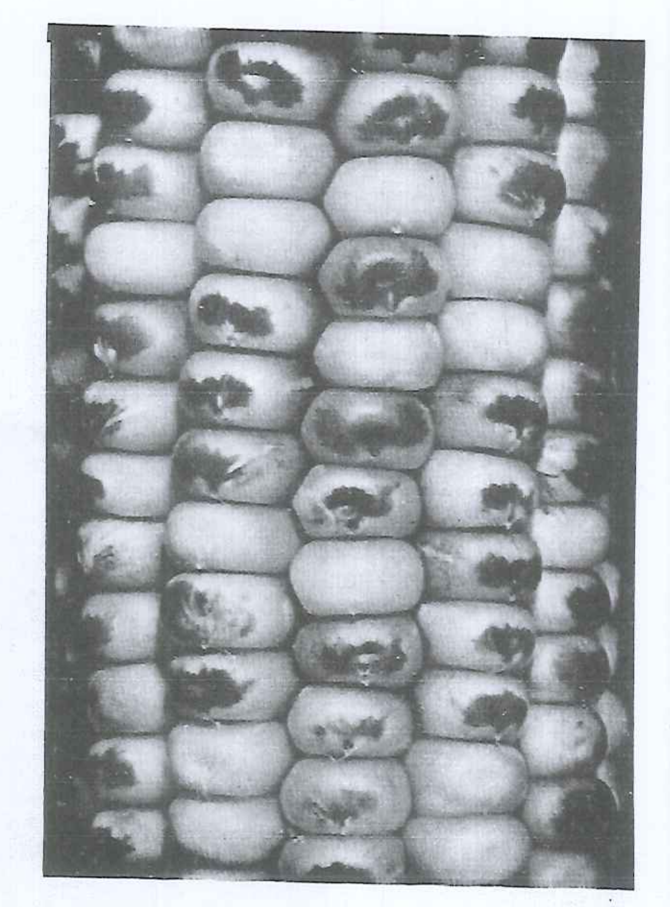


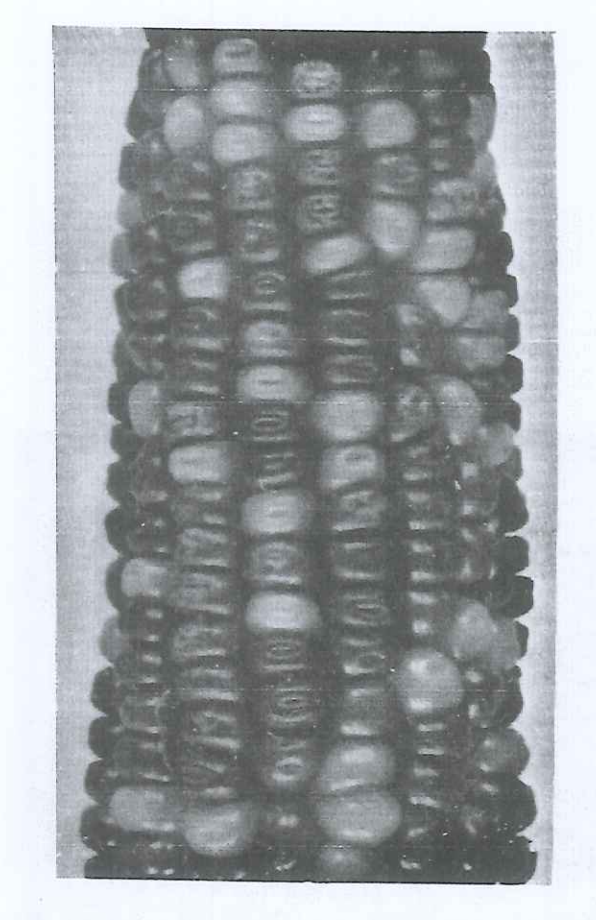


شكل ٨ ـ ٩٩ TP_2 (teopod) (العرنوص المخلف) النبات يشبه نبات الطافر TP_1 (الى اليسار)
وعرنوصه المخلف (الى اليمين).

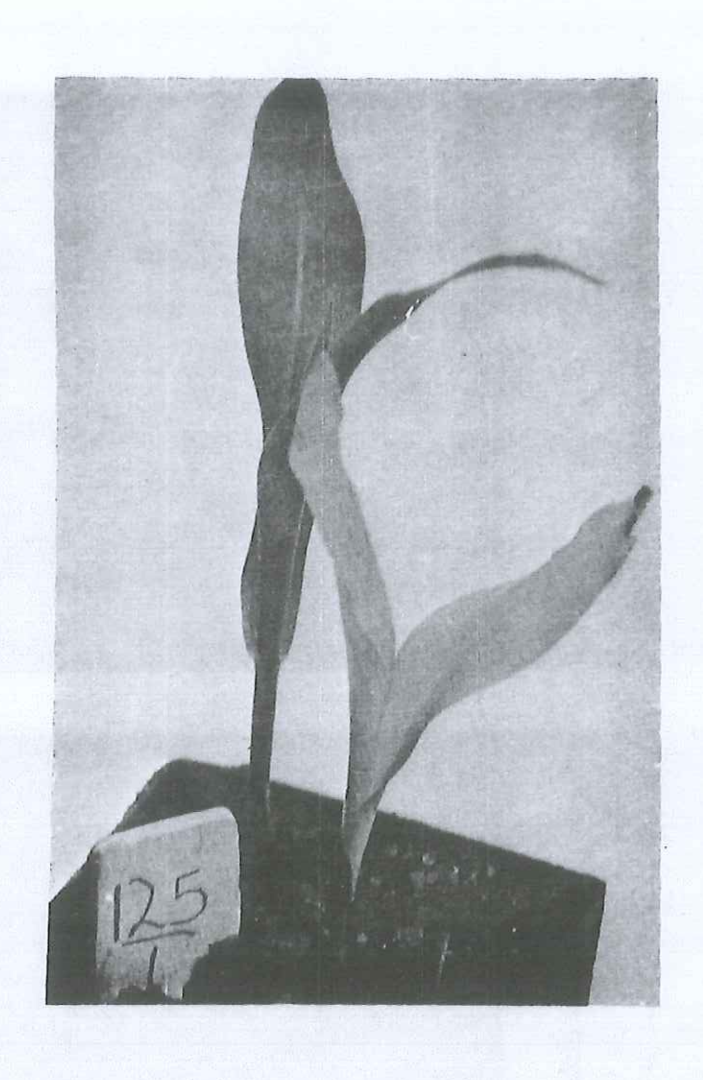


شكل ٨ - ٧٠ (golden) g_1 (الذهبي) النبات اصفر اللون منذ طور البادرة وعندما يكبر يكون الاصفرار اوضح عند اغماد الاوراق في مرحلة التزهير (النبات الى اليمين).





شكل ٨ ـ ٧١ R^r **(aleurone and plant color)** (تلون النبات والاليرون) الحبوب ذات الوان مختلفة متسببة عن وجود صبغة الانثوسيانين التي تحكمها عدة جينات تؤثر على لون الحبة (الاليرون) والحريرة وقاعدة البادرة وطرف الورقة والمتوك.



شكل ٨ ـ ٧٢ I_2 (Luteus) (البادرة المصفرة) البادرة صفراء اللون بسبب قلة الكلوروفيل مما يؤدي الى موتها (البادرة الى اليمين).

اما فيما يتعلق برموز الجينات ومواقعها على الكروموسومات للصفات المعروفة في الذرة الصفراء فهي كما موضحة في جدول ٨ ـ ١ الخاص بفهرس الجينات.

كما توضح الجداول (٨ ـ ٢ الى ٨ ـ ٥) رموز الجينات المسؤولة عن الوان اجزاء النبات المختلفة وعلاقتها بصبغة الانثوسيانين والصبغات الاخرى ذات العلاقة.





شكل ٨ ـ ٧٣ حالتان من تحورات النورة الانثوية في الذرة الصفراء تشبه بعض الطوافر لكنها ناتجة من تأثيرات ميكانيكية على النبات في مراحل مبكرة اما عن طريق قطع النبات او لاصابة شديدة بحفار الساق مما يحفز الاشطاء على اعطاء مثل هذه التحورات .





شكل ٨ – ٧٤ حالتان اخريان من تحورات النورة الانثوية للذرة الصفراء تشبهان حالة بعض الطوافر لكنهما ناتجتان من تأثير ميكانيكي على النبات (غير متوارثة).

جدول ٨ ــ ١ فهرس بالجينات ومواقعها الكروموسومية لبعض الصفات المعروفة والهامة على نبات الذرة الصفراء كما اوردها Neuffer وآخرون ١٩٦٨ .

Symbol	Descriptive Title	Location: Chromosome	Location: Position	Page
a_1	Anthocyaninless	3	111	22, 65, 67, 68
α	Component of A_1 (see β),	3	111	22, 61, 68
a_2	Anthocyaninless	5	15	28, 65, 67
a_3	Anthocyanin	10		57
Ac	Activator			63
ad_1	Adherent	1	(108)	11, 12
Adh_1	Alcohol dehydrogenase mobility			60
Adh_2	Alcohol dehydrogenase mobility			60
ae	Amylose extender	5	(37)	30
ag	Grasshopper resistant	1	(14)	7
al	Albescent	2	(4)	14, 68
am	Ameiotic	5	(0)	28
an_1	Anther ear	1	104	10
ar	Argentia	9	(65)	47
as	Asynaptic	1	56	8
B	Booster	2	49	15, 66, 67, 68
β	Component of A_1 (see α)	3	111	22, 68
ba_1	Barren stalk	3	72	21
ba_2	Barren stalk	2		55
bd	Branched silkless	7	109	41
Bf_1	Blue fluorescent	9	134	48
bf_2	Blue fluorescent	10	28 to 43	57
Bh	Blotched aleurone	6	49	35
bk_2	Brittle stalk	9	79	48
bm_1	Brown midrib	5	21	29
bm_2	Brown midrib	1	161	13
bm_3	Brown midrib	4	near su_1	56
bm_4	Brown midrib	9	138	48
Bn	Brown aleurone	7	71	40
bp	Brown pericarp	9	44	46
br_1	Brachytic	1	81	9
bt_1	Brittle endosperm	5	22	30
bt_2	Brittle endosperm	4	near su_1	56
bv_1	Brevis	5	27	30
bv_2	Brevis (= *rd*)			
bz_1	Bronze	9	31	45, 67
bz_2	Bronze	1	106	11, 63, 67
C_1	Aleurone color	9	26	42, 67
c_2	Colorless aleurone	4	(123)	27, 64, 67
Cat (Ct)	Catalase mobility			60
Cg	Corngrass	3	31	19
Ch	Chocolate pericarp	2	155	17
cms	Cytoplasmic male sterility			
cl_1	Chlorophyll	3	(38)	19, 68
Cl_M	Chlorophyll modifier			58
cp_1	Collapsed	7	(44)	39
cp_2	Collapsed			58
cr_1	Crinkly leaf	3	0	18
Ct	Clumped tassel	8		

جدول ٨ ـ ٢ ، تداخلات العوامل المسؤولة عن صبغة الانثوسيانين والصبغات ذات العلاقة في نسيج الاليرون . (pr و Pr و In و in) جينات محورة .

Gene	Pr, In	Pr, in	pr, In	pr, in
All color factors present	purple	deep purple, pericarp brown	red	deep red
a_1	colorless	faint brown, pericarp brown	colorless	colorless, pericarp faint brown
a_2	colorless	same	same	same
bz_1	purple bronze	brownish purple, pericarp brown	red bronze	pink, pericarp yellow brown
bz_2	same	same	same	same
bz_1 bz_2	near colorless	not seen	colorless	not seen
c_1	colorless	colorless	colorless	colorless
$C^I{}_1$*	colorless, few purple dots	pale, few deep purple dots	colorless, few red dots	red pale, few deep red dots
c_2†	colorless	pale purple	colorless	pale red
r_1‡	colorless	colorless	colorless	colorless

* Expression indicated is in one dose (C^I C C); two doses (C^I C^I C) or three doses (C^I C^I C^I) generally completely colorless. In certain backgrounds C also has dosage relationship to c (C c c pale, C C c dark purple, C C C very dark purple).

† c_2 has clear dosage effect. Homozygous recessive kernels (c c c) are colorless, those with one dose of C_2 (C c c) are pale, two-dose kernels are dark pale, and three-dose kernels are fully colored.

‡ In most backgrounds R r r kernels are mottled while R R r and R R R kernels are fully colored.

جدول ٨ـ٣ ، تداخلات العوامل المسؤولة عن صبغة الانتوسيانين والصبغات ذات العلاقة في انسجة النبات المختلفة (الجينات B و Pl محورة).

Gene	B Pl	B pl	b Pl	b pl
All dominant including R^r_1 or r^r_1	purple*	sun-red in exposed tissues; pink anthers*	green plant; purple anthers, glumes, base and brace roots	green plant; pink anthers, red glumes, base and brace roots
pr	deep maroon	same	same, maroon anthers	same
a_1	brown*	faint brown, especially glume base; sun-dependent	green; brown base and brace roots	green
a_2	brown; brown tissues deteriorate*	same	same	green
bz_1	red brown; some deterioration*	weak red brown; sun-dependent	green; red-brown anthers, base and brace roots	green
bz_2	same	same	same	same
c_2	purple auricles and glumes; faint elsewhere	sun-red auricles and glumes	green	green
R^g_1 or r^g_1	purple plant;* green anthers	sun-red plant;* green anthers	green	green

* Expressed in leaf sheaths, auricles and blades, culm, cob, husks, glumes, anthers, coleoptile, seedling base, and brace roots. Same applies where indicated in column 3 only if tissue is exposed to sunlight.

جدول ٨ ـ ٤ ، تداخلات حلائل A_1 و R_1 مع جينات الانثوسيانين والصبغات ذات العلاقة في الاليرون وغلاف الحبة والنبات .

Allele	Aleurone color with all color genes present	Pericarp color with P^{rr}	Pericarp color with p, b Pl, r^{ch}	Plant color with B and Pl
A^b (α β)	purple	dominant brown	cherry	purple
A^d (α)	dilute purple	dominant brown	red brown	deep red brown
a^p (α')	pale purple	dominant brown	brown	red brown
a^b	near colorless	dominant brown	brown	red brown
A^r (A or β)	purple	red	cherry	purple
A^{rb}	purple	red-brown	cherry	purple
A^{br}	purple	recessive brown	cherry	purple
A^{lt}	dil. purple (dosage effect)	recessive brown	red brown	deep red brown
a	colorless	recessive brown	brown	brown
		Pericarp color with p, b Pl		Anther, leaf tip, coleoptile color with Pl
R^r	purple	red streaks		purple
R^{ch}	dilute purple	cherry		deep purple
R^g	purple	colorless		green
R^{st}	stippled	colorless		green
R^{mb}	marbled	colorless		green
R^{nj}	colored crown	colorless		green
r^r	colorless	red streaks		purple
r^{ch}	colorless	cherry		deep purple
r^g	colorless	white		green

جدول ٨ ــ ٥ . رموز بعض الطوافر المنتخبة التي تؤثر على الكلوروفيل والصبغات الصفراء للسويداء وسبات البذرة ولون الاليرون .

Mutant	Chromo-some	Seedling color	Endosperm color with Y_1	Seed dormancy	Aleurone color with color genes
al	2	green and white	pale yellow	slight vivipary	colored
cl_1	3	white	pale yellow*	dormant	colored
lw_1	1	white	pale yellow*	dormant	colored
lw_2	5	white	pale yellow*	dormant	colored
lw_3†	5	white	pale yellow*	dormant	colored
lw_4 †	4	white	pale yellow*	dormant	colored
ps	5	albino-pink	pink-orange	viviparous‡	colored
vp_1	3	green	yellow	viviparous	no color or faint
vp_2	5	white	pale yellow*§	viviparous	colored
vp_5	1	white	pale yellow*	viviparous	colored
vp_8	1	green (dwarf)	yellow	viviparous¶	colored
vp_9	7	white	pale yellow*	viviparous	colored
pas_{4889} allele		pale green	pale yellow	dormant	colored
w	6	off-white	yellow	dormant	colored
w_2	10	off-white	yellow	dormant	colored
w_3	2	white	pale yellow*	some vivipary	colored
pas_{8686} allele		pale green	pale yellow	dormant	colored
wd	9	white	yellow	dormant	colored
y_1 (standard allele)	6	green	white*‖	dormant	colored
w^m allele		70 F, green 95 F, pale green, dark sectors	white with yellow sectors*‖	dormant	colored

* Pale yellow or white depending on genetic background. † Duplicate factors. ‡ Near 100%. § Some defective. ¶ Or defective endosperm. ‖ Phenotype shown is in homozygote or with y_1. With Y_1, phenotype is yellow.

الوراثة السايوتبلازمية :

ترتبط عملية التوارث بالدرجة الرئيسية بالنواة وبالذات بالكروموسومات ان مادة DNA في الكروموسومات تمثل المادة الوراثية الاساسية . تتأثر الصفات الوراثية بدرجة او باخرى بعوامل البيئة ، كما تلعب الوراثة السايتوبلازمية دوراً في ذلك كعامل ثالث وبالذات السايتوبلازم المحيط مباشرة بالنواة . يمكن لتركيب وراثي معين ان يعطي صفات مختلفة لنفس التركيب فيما لو وضعت عوامله الوراثية في سايتوبلازم اخر مختلف ، واستناداً الى هذا يمكن الاستعاضة عن ازالة النورات الذكرية (detasseling) لدى انتاج الهجن باستخدام سلالات عقيمة ذكرياً . يسبب العقم الذكري السايتوبلازمي اجهاض حبوب اللقاح او انها احياناً لاتتكون او انها تتكو لكنها عقيمة (غير فعالة) . ان توارث العقم الذكري السايتوبلازمي يتم من خلال سايتوبلازم البويضة وربما عن طريق الاحماض النووية او البلاستيدات او المايتوكوندريا او غيرها . ان الطفرات الجينية وتبادل مادة DNA بين النواة والاجسام الاخرى مثل البلاستيدات والمايتوكوندريا (organelles) اعتبرت آحتمالاً مقبولاً لتفسير العقم الذكري السايتوبلازمي . لقد ايدت الدراسات السايتولوجية والكيموحيوية وجود DNA ثنائي الخيط (double-strand) في كل من الكلوروبلاست والمايتوكوندريا ، واستناداً الى نتائج التهجين بين DNA و RNA فإن DNA الموجود في خلايا الكلوروبلاست كما وجد ان البروتينات المتكونة في هذين الجسمين (الكوروبلاست والمايتوكوندريا) هو rRNA و tRNA قد اكتشفت موجودة في جدرانها اضافة الى وجودها في الطور الذائب للكلوروبلاست ، غير ان الطاقة الاستيعابية للجفرة (cede) المنوطة بمادة DNA الكوروبلاست والمايتوكوندريا غير كافية لحمل جفرات كافة العدد الكبير من الجينات المسؤولة عن المواد العديدة الموجودة في هذين الجسمين ، وبذا فأن النواة لابد ان تكون مسؤولة كذلك عن تزويد المعلومات الوراثية اللازمة لانتاج المواد او لوظائفها الموجودة في الجسمين المذكورين ، بالاضافة الى وجود حالة من توافق الجينات (genetic recombination) بين جينات الكلوروبلاست والمايتوكوندريا .

لم يهتم المختصون في مجال وراثة وتحسين الذرة الصفراء في البداية بموضوع علاقة الوراثة السايتوبلازمية باحتمال الاصابة بالامراض في برامج انتاج السلالات والهجن في الذرة الصفراء حتى عام ١٩٧٠ عندما اجتاح المرض **Helminthosporium maydis** (الضرب T) نباتات حقول واسعة جداً في الولايات المتحدة واحدث اضراراً بليغة بالحاصل ، وحيث انه من الصعب على مربي النبات انتاج هجين او صنف تركيبي واحد يقاوم كل الضروب لمرض ما فقد اقترح

المختصون ادخال موضوع خلط سايتوبلازم اكثر من تركيب وراثي في السلالات الام الخاصة بانتاج الهجين بما يسمى (multiplasm) ، وهذا يصح في كلتا الحالتين لانتاج الهجن عن طريق العقم الذكري الوراثي او السايتوبلازمي . يعتقد Grogan ، ١٩٧٢ ان التغايرات السايتوبلازمية ضرورية جداً في كلا المحاصيل الذاتية والخلطية التلقيح خصوصا مع المواد الوراثية الاساسية لمعظم برامج التربية ، كما انه وجد بان وجود السايتوبلازم المتعلق بالمقاومة للضرب T من مرض الهلمنتوسبوريوم في السلالات والهجن له علاقة بنقص الحاصل وارتفاع النبات وفترة النضج (Fleming ، ١٩٧٢) ، اي ان نقل سايتوبلازم معين الى سلالة او هجين او اي تركيب وراثي لايخلو من الجوانب السلبية والصعوبات التي ترافقها في انتاج تلك السلالات او الهجن .

شكل الكروموسومات في الذرة الصفراء

لقد حددت مواصفات الكروموسومات العشرة في امشاج الذرة الصفراء بانها ذات :

١ ـ اطوال نسبية معينة .
٢ ـ اشكال على الكروموسومات (chromomeres) متميزة
٣ ـ عقد (knobs) شديدة التلون
٤ ـ تناسب اذرع الكروموسومات (موقع السنترومير centromere) .
٥ ـ درجة التلون المتباين (heteropycnosis) في الكروموومير المجاورة للسنترومير .

ان هذه المميزات يمكن ملاحظتها بوضوح في طور (Pachynema) عندما تكون الكروموسومات على شكل خيوط طويلة مزدوجة حيث يعتبر هذا الطور من افضل الاطوار للدراسات الخلوية (شكل ٨ ـ ١) .

عدد الجينات وفعلها

تتحكم بالصفات المختلفة للكائن الحي عوامل وراثية هي الجينات والجين هو وحدة الوراثة التي تحتل موقعا معينا على الكروموسوم تأثير معين على صفات الكائن الحي ، ويمثل الجين علميا تسلسلا معينا في النيوكليتايد و (nucleotide) . (في مادة DNA او RNA) يعمل كوحدة مؤثرة في تحديد تعاقب الاحماض الامينية في بوليببتايد (polypeptide) معين او تعاقب النيوكليتايد في جزيئة

معينة . ان كافة الصفات النوعية والكمية هي محكومة اساسا بفعل RNA
الجينات والتي لها تأثيرات على صفات عديدة في الشكل والحجم والتركيب الكيمياوي . ان لجينات الذرة الصفراء تأثيرات مختلفة الا انه يمكن ايجازها او جمعها بثلاثة انواع هي :

١ ـ على صفات النبات (sporophytic) التي تحوي انسجته (2n)
٢ ـ على صفات النبات (gametophytic) التي تحوي انسجتها (1n)
٣ ـ على صفات السويداء والاليرون التي تحوي انسجتها (3n) .

١ ـ وجد ان الطفرات تؤثر على الاليرون وغلاف البذرة والرويشة والفلقة وارتفاع النبات وتكوين الكلوروفيل (development) (حوالي ٢٠٠ طفرة من هذه الانواع) ، وشكل العرنوص والنورة الذكرية والورقة والساق وتحورات النورتين الذكرية والانثوية وتحولات الكاربوهيدرات ومقاومة الامراض واجهاض المبايض وحبوب اللقاح ونمو الانبوب اللقاحي ، وغيرها .

٢ ـ من بين اهم الجينات ذات الاهتمام للوراثيين هي تلك التي تتحكم بسلوك الكروموسومات ومراحل معينة في الانقسام الاعتيادي ، ومن امثلة ذلك جينات عدم الازدواج (asynapsis) والجين اللزج (sticky gene) الذي يجعل الكروموسومات لزجة تلتصق مع بعضها اثناء طور (metaphase) وينتج عن ذلك تحورات كروموسومية عديدة (طفرات) وكذلك جين تعدد الانقسامات (gene polymitotic) الذي يسبب انتاج نوى (haploid) في كل (quartet) من (سبورات) حبوب اللقاح والتي تجعل الكروموسومات تمر الى قطب الخلية دون انقسام وتعاني تلك النوى انقسامات متتالية فينتج عن ذلك نوى متعددة باقل من حالة haploid .

٣ ـ هناك جينات تسبب فشل حالة (cytokinesis) وجينات اخرى تؤثر على التفاف الكروموسومات فتسبب انتاج (megaspores) غير مختزلة ، كما ان هناك جينات اخرى تثبط عمل الانقسام الاختزالي للازهار الذكرية والانثوية .

٤ ـ ان الجينات ليست مسؤولة عن صفات النبات فحسب انما تؤثر كذلك حتى على الكروموسومات نفسها . هناك جينات تؤثر على عمليات الطفرات على مواقع كروموسومية اخرى لها علاقة بالتغيرات السايتوبلازمية .

٥ ـ ان معظم الطفرات في الذرة الصفراء تحكمها جينات بسيطة متنحية وقليل منها فقط هو متغلب ، ومع ان التوارث في الذرة الصفراء تغلب عليه الحالة الثنائية (diploid) الا ان هناك ١٨ حالة فيها جينات مزدوجة

(duplicate) وحالتان ثلاثية الجين (triplicate) وحالة واحدة رباعية (quadruplicate) .

ان الجينات المسؤولة عن الصفات المختلفة في الذرة الصفراء ربما تكون بالمئات وهذه الجينات تحدد حسب نوع الانعزالات التي تظهر في الذويات المنعزلة ، وعليه فهناك اعداد كبيرة من الجينات التي تعتبر ذات تاثير ثانوي او قليل لصفة مايصعب تحديدها والمسماة (minor genes) ، وبذا فان معظم الجينات التي تحددها هي من النوع الرئيسي التأثير (major genes) اي اننا نستنتج ان هناك اعداداً كبيرة من الجينات الثانوية لم تحدد بعد وان الجينات المعروفة اليوم هي اقل بكثير من العديد الكلي الذي نتوقع ان يعمل على الصفات العديدة . ان الطريقة المستخدمة في الانعزال لتحديد الجينات هي بمثابة الدليل على وجود الجينات ، اما الدليل الثاني او الطريقة الثانية لتحديد عدد الجينات فهي الطريقة السايتولوجية ، حيث ان هناك مثلا على كروموسومات الدروسوفيلا حوالي ٥٠٠٠ بقعة شريطية (bands) يمكن تمييزها على الكروموسومات وكل بقعة منها قد تحوي اكثر من جين ، وبذا فان عدد الكروموسومات الكبير في الكائنات الراقية وعدد البقع العديدة على كروموسوماتها يجعل استخدام هذه الطريقة صعبا او على الاقل محدوداً . وهناك طريقة ثالثة لتحديد عدد الجينات وهي الوراثة الكمية وانعزالات صفاتها المتدرجة العديدة ، وقد ذكر بعض الباحثين ان عدد الجينات المتوقعة في احدى تجارب دراسة البروتين العالي في الذرة الصفراء قد يكون بين ٢٠٠ — ٤٠٠ جين ، علما ان عدد الجينات المتخصصة بهذه الطريقة مازال قليل جداً . مما سبق يتضح لنا ان اعداد الجينات المسؤولة عن الصفات في الذرة الصفراء هي في الاقل بالمئات وان تشخيصها بدقة سيما جينات التأثير الثانوي ليس من العمليات السهلة ، ويستنتج Beadle ، ١٩٥٥ كما ذكره Jugenheimer ، ١٩٧٦ مايلي :

١ — يفترض دليل وجود الجينات ان المادة الاساسية الوراثية هي (DNA) ويبدو ان هذه المادة تتكون من سلسلة من النيوكليتايد ربما تكون من مئات القطع كل منها كفيل بان يعمل لتوجيه جزيئة معينة مثل البروتين او غيرها .

٢ — تشير بعض الدراسات المأخوذة من البكتريا ان الوحدة الصغرى المسؤولة عن التوليفات (recombinations) او الطفرة ربما تكون نيوكليتايد واحدة فقط .

لقد اشار Jugenheimer (١٩٧٦) الى ان Rhoades (١٩٥٥) قام بتقديم معلومات وراثية عن الذرة الصفراء وفعل الجينات والطفرات يمكن ان تلخص بالاتي :

ان فعل الجين هو ظاهرة معقدة فعلا مما دعا العديد من الباحثين الى وضع عدة نظريات لتفسير ذلك بحيث يصعب تنفيذ تجارب تؤكد اي نظرية او فرضية هي الصحيحة ، ويمكن تلخيص بعض ايضاحات فعل الجين بالاتي :

١ ـ التداخل **interaction** :
يتضمن هذا الفعل ان الجين الواحد يعمل مع جين معين اخرى على شكل توليفة (combination) بصورة تختلف عما لو عمل مع جين ثالث ، وبذا فان هذا التعبير هو اكثر استخداماً عادة في الوراثة الكمية .

٢ ـ الفعل الحسابي **(arithmetic action)** :
يعني ان كل جين اذا وجد في تركيب وراثي معين يضيف او يطرح جزءاً او درجة معينة من تلك الصفة بغض النظر عن الجين الاخر ، (مستقلا عنه) .

٣ ـ الفعل الاضافي **(additive action)** :
فعل هذا الجين هو حسابي تجميعي لايتضمن وجود تداخل عادة .

٤ ـ الفعل الهندسي **(geometric action)** :
كل جين يضاف الى التركيب الوراثي يضاعف او يقسم القيمة الوراثية للصفة قيد الدراسة ، فاذا كان الجين يفعل بدرجة ثابتة ومستقلة فان فعليه يكون هندسيا .

لقد كانت انواع فعل الجين الاربعة هي اراء الباحثين في العقود الاولى للدراسات الوراثية والخلوية . الا انه اليوم قد وضعت معايير لفعل الجين ربما تكون اكثر وضوحا مع انها متشابهة في بعض الجوانب .

١ ـ فعل الجين الاضافي (additive gene action) :
في هذه الحالة يكون التركيب AA اكثر في الصفة من Aa والاخير اكثر من aa وهكذا لازدواج الجينات المتعددة .

٢ ـ فعل الجين المتغلب (dominance gene action) :
يحصل تداخل في هذه الحالة بين جينات على نفس الموقع (locus) الكروموسومي (intra-gene action) وبذا يكون التركيب الوراثي AA = Aa وكلاهما اكبر من aa .

٣ ـ فعل الجين المتفوق (epistatic gene action) :
يحصل تداخل بين جينات على موقعين مختلفين من الكروموسوم فيكون الجين A = الجين B في الفعل = صفر وهما اقل من AB . ومن اجل ايضاح كل حالة بالارقام نأخذ نفس التراكيب الوراثية ونحسب قيم الصفة حسب كل نوع من الانواع الثلاثة لفعل الجين ، وكما يلي :

١ ـ فعل الجين الاضافي

لو اعطي للتركيب الاساسي aabb = ١ والجين A = 2, B = 1 تكون التراكيب الوراثية ذات قيم للصفة حسب هذا التأثير كالآتي :

AAbb 5	AABb 6	AABB 7
Aabb 3	AaBb 4	AaBB 5
aabb 1	aaBb 2	aaBB 3

٢ ـ فعل الجين المتغلب

نعطي التركيب الاساس aabb = 1 والجين A = 2 والجين B = 1 فتكون قيم الصفة للتراكيب المختلفة حسب التأثير المتغلب كما يلي :

AAbb 3	AABb 4	AABB 4
Aabb 3	AaBb 4	AaBB 4
aabb 1	aaBb 2	aaBB 2

٣ ـ فعل الجين المتفوق

نعطي التركيب الاساس aabb = 1 والجين A = B = صفر و AB = 2

AAbb	AABb	AABB
1	3	3
Aabb	AaBb	AaBB
1	3	3
aabb	aaBb	aaBB
1	1	1

يتضح مما ذكرناه حول طريقة فعل الجين ان تحديد ذلك عملية ليست بالسهلة سيما في بعض الصفات المعقدة (complex traits) كما هو الحال في صفة لون بذور عباد الشمس ، فلدى انعزال النباتات في الجيل الثاني الناتجة من تزاوج صنفين احدهما اسود البذور والثاني ابيض البذور تنتج درجات عديدة من الالوان منها الاسود والابيض والبني والبني المخطط بالاسود او الابيض والمخطط بالاسود والابيض والسمبرقش والرمادي والبنفسجي والكريمي وربما درجات اخرى ، ولربما ستساعد التقنيات الحديثة والمستقبلية بكشف جوانب علمية اخرى في الرئيسي والثانوي . هذا وقد اشار Comstock ، ١٩٦٤ الى وجود خمس حالات فعل الجين كما موضحة في جدول ٨ ـ ٢ بافتراض وجود زوجين من الجينات يعملان في نفس الوقت .

جدول ٨ ـ ٢ تفايرات فعل الجين بوجود زوج من الجينات على كل من اثنين من المواقع الجينية .

1-Additive gene effect

	AA	Aa	aa
BB	4	3	2
Bb	3	2	1
bb	2	1	0

2-Dominance, no epistasis

BB	4	4	2
Bb	4	4	2
bb	2	2	0

3-Dominance and epistasis

BB	4	4	0
Bb	4	4	0
bb	0	0	0

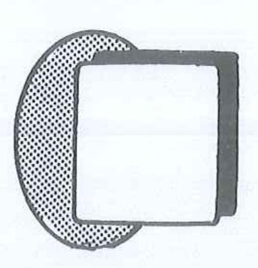
4-Overdomiance , no epistasis

BB	2	3	1
Bb	3	4	2
bb	1	2	0

5-Multiple peak epistasis

BB	8	4	0
Bb	4	3	2
bb	0	2	4

يتضح لنا مما سبق عرضه عن طريقة توارث الصفة ان هناك ثلاثة عوامل اساسية مسؤولة عنها هي نوع فعل الجين وعدد ازواج الجينات المسؤولة عن توارث الصفة والتداخلات الوراثية في فعل الجين لتلك الصفة ، مما يفسر لنا تعقد تفسير فعل الجين وعدد الازواج الجينبة المسؤولة عن توارث الصفات العديدة التدرج والتي كثيراً ما تتداخل مع عوامل البيئة فتزداد التدرجات المظهرية للصفة وتزداد معها صعوبة دراستها وتفسيرها بصورة دقيقة .

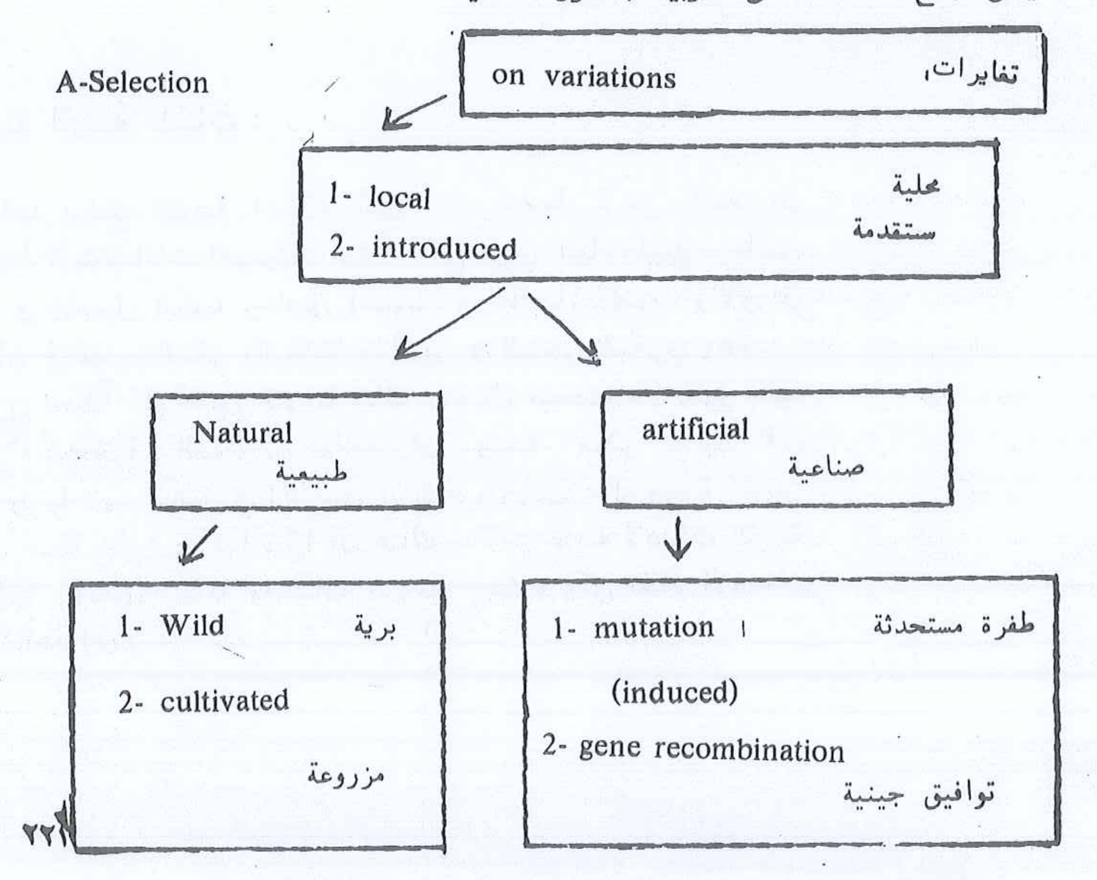


الفصل التاسع

اسس التربية واهدافها

اسس التربية

ان الاسس العريضة لطرق تربية النبات يمكن اجمالها بصورة عامة في مبدئين اثنين فقط هما الانتخاب (selection) والتهجين(Hybridization) وتحت هذين المبدئين تقع كافة طرق التربية الاخرى في مجال تربية النبات عامة وتربية المحصول الواحد خاصة بما في ذلك محصول الذرة الصفراء . واستناداً الى ما ذكر في اعلاه يمكن وضع مخطط اسس التربية بالصورة التالية :



B-Hybridization (crossing)

1-varietal هجن اصناف crosses	cultivars اصناف
2- gene recombinations توافيق جينية	inbred lines سلالات نقية
3- Hybrid production انتاج هجن	hybrids هجن
4- synthetics and تركيبية composites ومركبة	other materiais تراكيب اخرى

الاهداف العامة لتربية النبات :

تختلف اهداف برامج التربية اختلافاً كبيراً من محصول لاخر وللمحصول الواحد كذلك تبعاً لاستخدامات المحصول ، فمثلاً يسعى مربي النبات لزيادة حاصل العلف الاخضر في محاصيل العلف وحاصل الحبوب في محاصيل الحبوب والاوراق في التبغ والسيقان في قصب السكر والبطاطا والجذور في البنجر السكري وهكذا ، كذلك يسعى المربي احياناً الى تحسين النوعية لذلك المحصول فيبحث عن نكهة عالية لاوراق التبغ منخفضة النيكوتين والقطران ونسبة سكر عالية في محاصيل السكر ونسبة زيت عالية في المحاصيل الزيتية وبروتين عالي ونسبة كلوتين ونوعية عالية في حنطة الخبز وهكذا ، كما ان هناك حالات خاصة لاهداف التربية سوف نتطرق اليها ، وبصورة عامة واستناداً الى ما تم ذكره يمكن تقسيم الاهداف العامة لتربية النبات الى :

١ ـ حيوية (Biological) وتشمل

أ . التربية للحاصل العالي
ب . التربية للنوعية العالية
جـ . التربية لاستخدامات خاصة

٢ ـ اقتصادية Economical وتشمل

أ . استجابة اعلى للتسميد
ب . كفاءة اعلى للاستهلاك المائي
جـ . التبكير في النضج
د . المقاومة للامراض والحشرات
هـ . استجابة اعلى للانتاج بحراثة قليلة اضافة الى امور اخرى عديدة مشابهة

١ ـ الهدف الحيوي

ان كفاءة التركيب الوراثي للنبات في انتاج الحاصل يعبر عنها بتعابير عديدة منها الحاصل الحيوي (biological yield = biomass) والحاصل الحيوي هذا يهمنا منه مايسمى بالحاصل الاقتصادي (economic yield) والذي يعبر عنه بنسبة التجزئة (partition %) والتي سوف نوضحها بعد قليل .

ان القدرة على الانتاج ترتبط بالدرجة الاساس بقابلية التركيب الوراثي من جهة ومدى تطبعه واستجابته لعوامل النمو والبيئة من جهة اخرى . لقد قدر بعض الباحثين مثلا ان قدرة المحاصيل الصيفية في اوربا الشمالية لانتاج حاصل حيوي يصل لغاية ٢٠ طن/ هـ وهذا الحاصل لم يكن معروفا في السابق في مثل تلك المناطق بهذا القدر العالي وهذا يؤكد دور علم تربية النبات في خلق التغايرات الوراثية بين نباتات المحاصيل وانتخاب افضلها لتلك البيئة ، ومن الجدير بالذكر ان الفروقات في منطقة معينة بين اصناف نوع معين من المحاصيل هي اقل عموما من الفروقات بين نفس تلك الاصناف فيما لو زرعت في البيئات متباينة الامر الذي يوضح دور ملائمة عوامل البيئة وتوفير عوامل النمو في زيادة الحاصل . ان عوامل البيئة تلعب دوراً بالغا في زيادة الحاصل ، فنجد مثلا محصول قصب السكر قد يعطي حاصلا بحدود ٥٠ طنا/ هـ او اقل في بعض المناطق في العالم بينما يعطي لغاية ١٠٠ طن/هـ او اكثر في مناطق اخرى بسبب طول موسم النمو في تلك المنطقة فقط . ان الدراسات التي اجراها الباحثون حول كفاءة عملية

التركيب الضوئي وصافي التمثيل (Net assimilation rate) وعلاقتها بالاشعاع الفعال للتركيب الضوئي (photosynthetic active radiation) تشير كلها الى انه لاتوجد هناك حدود يقف عندها انتاج المحصول ، وان وجدت فهناك في الاقل اربعة مجالات يمكن لمربي النبات ولوجها لكسر الطوق وزيادة الحاصل وهي :

آ . تحسين التطبع

ان تحسين التطبع (adaptation) للمحصول من بين العوامل الرئيسية في زيادة حاصله وضمان استقراره ، ومن بين الامثلة في هذا المجال هو انتاج تركيب وراثي مبكر من الذرة الصفراء المفتوحة التلقيح او الهجين لزراعتها في العروة الربيعية في العراق حيث يمكن زيادة حاصل هذا المحصول في العروة الربيعية فيما لو انتج التركيب المتطبع للموسم القصير حيث يتم التزهير والتلقيح قبل ارتفاع درجات الحرارة في حزيران اضافة الى فسح مجال افضل لتهيئة الارض للعروة الخريفية لزراعتها مرة اخرى ، وحتى هذا التطبع للموسم القصير يمكن الاستفادة منه في العروة الخريفية لدرء ضرر الامطار التي قد تسقط والمحصول وما زال قائما في الحقل مما يلحق ضرراً به ويعيق استخدام الماكنة في الحصاد والدراس بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة وكذلك زيادة الكلفة في تجفيف الحاصل فيما لو بقيت نسبة الرطوبة عالية في الحبوب . ومن الامثلة على محاصيل اخرى في مجال التطبع هو الحاجة لانتاج بطاطا مبكرة التفرع لزراعتها في العروة الربيعية حيث تتاخر اصناف هذا المحصول عادة في اعطاء التفرعات (sprouting) لدى زراعتها بما يستغرق ٣ ــ ٤ اسابيع ، وكذلك قياس مربي النبات في المملكة المتحدة بانتاج صنف من البنجر السكري لايعطي النورات الزهرية (bolting) فيما لو زرع مبكرا هناك ومهما يكن من امر فان الهدف هنا يكمن في اية حالة من الحالات في الاستثمار الامثل (optimal exploitation) لموسم النمو او درجة الحرارة او الرطوبة في التربة او المقاومة لحشرة او مرض معين عن طريق احداث تغيير في التركيب الوراثي للمحصول .

ب ــ تحسين التحمل لعوامل البيئة المعاكسة

ان التحمل (tolerance) لظرف معين من عوامل النمو او البيئة له دور كذلك في تحسين حاصل المحصول ، فمثلاً يمكن انتاج اصناف من الذرة الصفراء تتحمل حبوب لقاحها درجة الحرارة العالية في حزيران ولا يهم اذا كانت مبكرة عما هو مزروع او متأخرة او انتاج اصناف يمكنها الانبات في درجات حرارة اوطأ حتى نتمكن من زراعتها في شباط ، وربما يكون اهم من ذلك كله انتاج

اصناف من الذرة الصفراء تتحمل الملوحة العالية وتعطي حاصلاً جيداً او تكون ذات جذور ليفية اكثر تشبه جذور الذرة البيضاء فتتحمل الجفاف او انتاج اصناف قصيرة كي تتحمل الاضطجاع الناتج من الرياح الشديدة .

جـ ـ المقاومة للاوبئة

تشمل المقاومة للاوبئة (pest resistance) المقاومة للامراض والحشرات والطفيليات ، وكذلك المنافسة لنباتات الادغال . تؤثر الاصابات المرضية في اضعاف النبات عن طريق امتصاص عصارته او اتلاف جذوره وتلحق الحشرات اضراراً مختلفة بين تلف الاوراق وتقليل مساحتها فيقل التركيب الضوئي او اتلاف القمة النامية فيتوقف نمو النبات كما هو الحال في اصابة الذرة الصفراء بحفار الساق (corn borer) ، اما نباتات الادغال فتنافس نباتات المحصول على كافة عوامل النمو ، لذانجد انه لو تم انتاج تراكيب وراثية مقاومة للاوبئة المذكورة فان نسبة عالية من المحصول سوف تتوفر وبذا يزداد الحاصل . من الامثلة على الانتخاب لمقاومة حفار الساق مثلاً فان الانتخاب للنباتات ذات الشعيرات على الساق يمنع البيوض التي تضعها الحشرة البالغة على الساق من اكمال دورة حياتها فلا تتكون اليرقات وبالنسبة لمقاومة بعض الفطريات يمكن كذلك انتاج نباتات ذات سيقان بقشرة (rind) صلبة يصعب على الفطر اختراقها وانتشارها داخل الاوعية الناقلة وسدها .

د . تحسين نسبة التجزئة :

لقد اوضحنا ان كفاءة المحصول في انتاج الحاصل حسب التركيب الوراثي والنوع والجنس وترتبط كذلك بعوامل النمو بدرجة كبيرة تفوق في تأثيراتها التأثيرات الوراثية وهذه القابلية في الانتاج يعبر عنها كذلك بالتصنيع الحيوي للنبات (plant biotechnology) ويعبر عنها كذلك بحاصل مجموع المادة الجافة (total dry matter = TDM) وهو كما اسلفنا مرتبط بالتداخل بين الوراثة × البيئة لذلك المحصول . ان الحاصل الحيوي الذي ينتجه النبات ليس هو المحصلة الوحيدة التي تهم مربي النبات بل نسبة الحاصل الاقتصادي من الحاصل الحيوي ومقدار الحاصل الاقتصادي وهذا ماعبرنا عنه بنسبة التجزئة (partition %) . لقد ذكرت بعض الدراسات ان القوة الانتاجية (biomass potential) في الذرة الصفراء قد تصل لغاية ٧٠ طن/ هـ من الحاصل الجاف او اكثر ولكن المهم هنا كذلك هو كم من الحاصل الحيوي هو حاصل اقتصادي ، فاذا كان الحاصل

الاقتصادي لتركيب ما من الذرة الصفراء هو ٢١ طن/ هـ ، فان نسبة التجزئة تكون ٣٠٪ ، وعندما يكون الحاصل الحيوي عالياً في الذرة الصفراء فان على المربي النبات ان يعمل لزيادة نسبة التجزئة فمثلاً يتم الانتخاب لنباتات قصيرة من الذرة الصفراء وذات عرانيص متوسطة الحجم او ذات اكثر من عرنوص واحد للنبات او ان كفاءة الحاصل فيها عالية وهي نقطة هامة جداً في زيادة الحاصل الاقتصادي ، فقد ذكر Elmaeni و Elsahookie (١٩٨٧) ان كفاءة الحاصل (غم بذور/ م٢ مساحة ورقية) للجين XL-395 في العروة الربيعية في العراق بلغت في المعدل ١٥٨,٦ غم/ م٢ وكانت افضل معاملة اعطت ٢٠٣,٩ غم/ م٢ امتاز الصنف التركيبي الشائع في العراق (نيلم) بكفاءة الحاصل العالية في العروة الخريفية بمعدل قدره ٢٣٢,٩ غم/ م٢ وافضل معاملة بلغت ٢٥٣,٢ غم/ م٢ ونلاحظ ان الفرق بين الصنفين كبير من حيث الفرق بين معدل الصنف وافضل معاملة مما يشير الى الاستقرار الوراثي لصفة كفاءة الحاصل في الصنف نيلم اكثر من الهجين XL-395 وهذه النقطة هي التي يركز عليها مربي النبات وهي استقرار كفاءة الحاصل وعدم تغيرها كثيراً عند تغيير المعاملات اضافة الى ضرورة كونها عالية اصلاً للصنف . لقد اكدت اهمية دراسة كفاءة الحاصل في زيادة الانتاج في الذرة الصفراء عن طريق التربية نتائج ابحاث عديدة اخرى (Elsahookie ، ١٩٧٧ و Elsahookie و Wassom ، ١٩٨٤ و Elsahookie و Wassom ١٩٨٤ - ب و Elsaookie ١٩٨٥ و Elsahookie و Wahaib ١٩٨٥ و Elsahookie ١٩٨٦ و Elmaeni و Elsahookie ١٩٨٦ و Elmaenie و Elsahookie ١٩٨٧) كما ان هذا الموضوع له اهمية على محاصيل اخرى مثل عباد الشمس (Elsahookie و Eldabas ١٩٨٢) . إن التغاير الشديد بين الانواع في كفاءة الحاصل له الدور الاول في كون المحصول يحتل مرتبة متقدمة في الانتاجية كما في حالة الذرة الصفراء حيث اذا كانت كفاءة الحاصل فيه بمعدل ٢٥٠ غم/ م٢ فان كل اربعة امتار مربعة من مساحته الورقية تنتج كيلو غراماً واحد من الحبوب ، بينما في عباد الشمس ، يحتاج المحصول الى عشرة امتار مربعة تقريباً من المساحة الورقية كي ينتج نفس الكمية من البذور وهي كغم واحد ، وبذا تكون انتاجية المحصول في وحدة المساحة متباينة بين النوعين .

ان المنفذ الذي يمكن ان يخترقه مربي النبات لزيادة الحاصل الاقتصادي على حساب الحاصل الحيوي يمكن في ثلاث نقاط هي :

١ ـ التعويض بالخضري للتكاثري :

(Vegetative-reproductive compensation)

في هذا المجال يقوم مربي النبات بالعمل على انتخاب او انتاج النباتات القصيرة او المبكرة او ذات المساحة الورقية القليلة للنبات بشرط ان تكون ذات كفاءة حاصل عالية كما اوضحنا وفي نباتات اخرى يمكن تحويل طبيعة النمو من متفرعة الى غير متفرعة او من غير محدودة النمو الى محدودة النمو ، وفي كل هذه الحالات نجد ان مربي النبات يضحي بالجزء الخضري من المادة الجافة لحساب الجزء التكاثري المتمثل بالبذور .

ب . التعويض بالتكاثري للخضري

(Reproductive-Vegetitive compensation)

هذا المنفذ يكون عكس الحالة الاولى وهو ينطبق على المحاصيل التي يكون حاصلها الاقتصادي هو الورقة او الساق او الجذر كما هو الحال في التبغ ومحاصيل العلف للحالة الاولى والبطاطا وقصب السكر للحالة الثانية والبنجر السكري والبطاطا الحلوة للحالة الثالثة حيث يكون انتاج البذور في جميع هذه المحاصيل غير مهم ويمكن التضحية به من اجل زيادة حاصل الجزء الخضري المطلوب .

جـ ، التعويض بالخضرى للخضري

(Vegetative-vegetitive compensation)

وهنا يمكن انتاج اصناف لبعض المحاصيل ذات اجزاء خضرية قليلة (غير اقتصادية) لغرض زيادة الجزء الخضري الاقتصادي مثل تقليل الاوراق في البنجر السكري لزيادة الجذر او تقليل الاوراق في قصب السكر والبطاطا لزيادة حاصل السيقان .

وقد يكون باحث القطن المعروف Lawrence Balls اول من درس وحدد مكونات الحاصل المعروفة اليوم وكان ذلك في حدود عام ١٩٢٠ في مصر ، حيث ذكرها كالاتي :

حاصل النبات = عدد الرؤوس للنبات × عدد البذور للرأس × وزن البذرة وبذا يكون حاصل وحدة المساحة = عدد النباتات في وحدة المساحة × عدد الرؤوس للنبات × عدد البذور للرأس × وزن البذرة وقد وجد هو وباحثون اخرون عديدون على محاصيل عديدة ان الانتخاب بمفرده على مكونات الحاصل غير فعال مثل الانتخاب للحاصل نفسه ، وافضل من ذلك كله هو الانتخاب للحاصل ومكوناته او مع صفات اخرى وهذا مايقع ضمن برنامج الانتخاب المسمى معامل

الانتخاب (Selection index) حيث يستخدم الارتداد (regression) لدراسة اي الصفات ذات دور اكثر في زيادة الحاصل الاقتصادي المطلوب . فيما يلي بيانات توضح تطور حاصلات بعض الحاصيل بما في ذلك الذرة الصفراء عن طريق الانتخاب لتراكيب وراثية ذات نسبة تجزئة عالية مع تحسين عوامل النمو :

الشعير الربيعي (الدنمارك)

	السنوات		
الحاصل (طن/ هـ)	١٩٢٥	١٩٥٤	١٩٦٦
حبوب	٣,١	٣,٩	٤,٧
قش	٥,٢	٤,٩	٥,٠
نسبة التجزئة	٣٨	٤٤	٤٩

الذرة الصفراء (الولايات المتحدة)

التركيب الوراثي	الحاصل (طن/ هـ)
صنف مفتوح التلقيح	٥,٥
هجين رباعي مبكر (لغاية ١٩٣٩)	٥,٦
هجين رباعي (لغاية ١٩٥١)	٦,٧
هجين رباعي (لغاية ١٩٦٠)	٧,٣
هجين ثنائي (لغاية ١٩٦٥)	٨,٢
هجين ثنائي لغاية الثمانينات	٩ – ١٠

ان المعدلات المذكورة والتي تذكر هنا تعبر عن المعدل العام للقطر الذي يزرع فيه المحصول ، علماً ان المعدلات الانتاجية للهجين الثنائي في الولايات المتحدة بلغت في بعض المزارع لغاية عام ١٩٨٠ ٢٤ طن/ هـ .

الحنطة (طن/ هـ) / الهند	اصناف طويلة (١١٣ سم)	اصناف قصيرة (٦٣ سم)
حبوب	٤,٨	٦,٢٢
قش	١١,٤١	٨,٨٣
نسبة التجزئة	٣٠	٤١

قصب السكر (كوايانا)	الحاصل الاول	راتون، ١	راتون، ٢
حاصل القصب (طب/ هـ)	١٢٧	١٢١	٧٧
حاصل السكر	١٥,٣	١٤,٦	١١,ـ
نسبة السكر	١٢,١	١٢,٠	١٤,٣

علماً ان هذا الحاصل هو مثال لانتاجية القصب السكري في هذه الدولة ولايمثل الحدود القصوى ، فقد تمكن مربو النبات في جزيرة (هوائي) من تجاوز هذه الارقام بكثير .

ب . التربية للنوعية العالية

ان المفهوم العلمي للنوعية (quality) هو الملائمة للغرض، (fitness for purpose)،وهذه النوعية لناتج المحصول مرتبطة بعاملين :

١ . الحالة النوعية المصاحبة للناتج الزراعي .
٢ . ظروف خزن الناتج او نقله او تسويقه او استهلاكه .

واستناداً الى ماذكرناه ، فان النوعية واعتباراتها تختلف باختلاف المحصول ونوع ناتجه والهدف من انتاجه فمثلاً النوعية في برنامج لتربية الحنطة مثلاً قد يتركز على واحد او اكثر من الحالات التالية :

١ . حنطة ذات طحين ناعم لاغراض السكويت والكيك .
٢ . حنطة ذات طحين اسمر يحوي نسبة عالية من البروتين مع نوعية عالية من الكلوتين تساعد على عمل الخبز الشرقي .
٣ . حنطة ذات طحين اسمر او ابيض وكلوتين مناسب لعمل رغيف اللوف (loaf) والصمون اي له قابلية على الانتفاش .
٤ . حنطة ذات طحين يصلح لعمل مايسمى بالسيريال (cereal) او الرقائق (flakes) .
٥ . حنطة لعمل المكرونة والسباكيتي .

٦ . حنطة لعمل البرغل والحبية ... الخ .
وكذلك الحال لاستخدامات حبوب الذرة الصفراء او انتاجها الخضري ، فمثلاً هناك .

١ ـ ذرة صفراء حبوبها تصلح لانتاج النشأ .
٢ ـ ذرة صفراء حبوبها تصلح لانتاج الزيت .
٣ ـ ذرة صفراء حبوبها تصلح لانتاج السكر باحتوائها على نسبة ونوعية من النشأ القابل للتحويل الى سكر .
٤ . ذرة صفراء تصلح لصناعة الرقائق (flakes) .
٥ . ذرة صفراء تصلح حبوبها لانتاج العليقة المركزة للحيوانات والتي تتصف باحتوائها على نسبة عالية من pro -vitamin A الاساسي لتغذية الحيوانات والدواجن .
٦ . ذرة صفراء تعطي نمواً خضريا كبيراً تصلح للعلف الاخضر او السايلج .. الخ من الاستعمالات المتعددة للمحصول وكل حالة منها تقع ضمن برنامج تربية معين يجعله المربي هدفا له حتى يحققه او يحقق نسبة عالية منه :
هذا وان النوعية يمكن ان تقسم الى مجاميع اربع هي :

آ . **Organoleptic**

وهي حالة ذوق المستهلك التي تعتمد على اللون او الحجم او الطعم او الرائحة لناتج المحصول .

ب . **Chemical**

وهي تتعلق بمحتوى البذرة او الجزء الاقتصادي ، حيث قد تكون المادة المنتجة هي للزيت او السكر او الالياف او النشاء او البروتين .. الخ ، حيث يبحث المربي عن اعلى كمية وافضل نوعية من الصفة الكيمياوية المطلوبة .

جـ . **Mechanical**

تتعلق بسهولة عزل الحاصل الاقتصادي ميكانيكيا مثل سهولة نزع الالياف من لحاء السيقان في الكتان والحبوب والجلجل .

د . Biological

حيث ان هناك مواد نباتية ذات سهولة في الهضم او الامتصاص من قبل الحيوان كما في محاصيل العلف ، او ترسب بعض الزيوت في الاوعية الدموية للانسان وامكانية هدمها من عدمه .

هـ . التربية لاستعمالات خاصة :

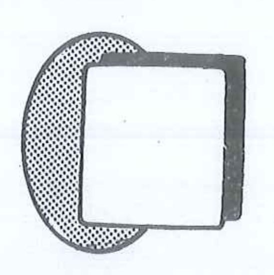
هناك اهداف اخرى يسعى اليها مربي النبات قد لاتقع ضمن الحاصل او النوعية وانما هي من نوع اخر يختلف باختلاف المحصول مثل :

١ ـ التجانس في الشكل والارتفاع وموعد التزهير والنضج لنباتات الصنف .
٢ ـ القابلية على اعطاء جذور او تفرعات ، فمثلا الصنف الجيد من الذرة الصفراء تتفرع له الجذور الهوائية (prop roots) لدى تمريز الحقل بعد حوالي ٥ ـ ٦ اسابيع من الزراعة او بالاحرى في مرحلة ٧ ـ ٨ اوراق تقريباً ، وهذه الجذور تساعد في التثبيت لتقليل الاضطجاع الجذري ولزيادة امتصاص الماء والعناصر الذائبة .
٣ ـ التحمل لضرر المبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات الادغال .
٤ ـ عدم وجود تشقق في حواف الاوراق للذرة الصفراء بما يسهل عمل او مرور الانسان من بين النباتات او التأثير على شفاه الحيوان لدى اكلها من قبله . وهناك حالات عديدة على محاصيل مختلفة اخرى .

٢ ـ التربية لاهداف اقتصادية :

ان هذه الحالة واضحة تماماً وقد اشرنا الى امثلة منها مثل انتاج اصناف من الذرة الصفراء تعطي حاصلا اعلى لدى تسميدها اي ان استجابتها عالية للسماد بسبب استثمارها لمعظم الكمية المضافة من السماد وقد يكون ذلك مرتبط بطبيعة المجموع الجذري او الحزم الوعائية في الساق او كفاءة الورقة في التمثيل الضوئي او نسبة كلوروفيل a و b في الاوراق . كما ان التربية لانتاج اصناف ذات كفاءة اعلى في الاستهلاك المائي وزيادة الحاصل يوفر جزءاً كبيراً من كلفة الانتاج وقد يرتبط ذلك ايضا بحالة المجموع الجذري او مساحة الشعيرات الجذرية او حجم المساحة الورقية او وجود [illegible] مادة شمعية تغطي سطوح الاوراق والسيقان .. الخ . ان ذلك يصح باسلوب مشابه للانتخاب او التربية لاصناف مبكرة النضج ذات كلفة اقل من الانتاج او ان تهرب من موسم جفاف او رطوبة

او حرارة وكذلك الحال في المقاومة للامراض والحشرات واستجابة اصناف بدرجة اكبر للزراعة بدون حراثة او بحراثة قليلة . ان دراسة مثل هذه الصفات يتطلب اولا تشخيص الصفات الثانوية المرتبطة بالصفة المطلوبة ثم معرفة طريقة توارث تلك الصفات الثانوية وبالتالي التحكم في تزاوجها والانتخاب لها ، فقد ذكرنا مثلا هناك نوع من المقاومة لحشرة حفار ساق الذرة وهذه المقاومة مرتبطة بصفة ثانوية اخرى هي وجود شعيرات تغطي سطوح السيقان التي تغلفها اغماد الاوراق ذات الزغب فبمعرفة طريقة توارث هذه الصفة يمكن الانتخاب لها .



الفصل العاشر

طرق تربية الذرة الصفراء

١ ـ الانتخاب الاعتيادي
٢ ـ الانتخاب مع اختبار الذرية
٣ ـ الانتخاب مع التلقيحين الذاتي والقمي

يقصد بالتربية تغيير التركيب الوراثي للكائن الحي بما يخدم هدف المربي، ويتم ذلك بمعرفة علم وفن الطريقة المتبعة لذلك. يعتبر محصول الذرة الصفراء من بين المحاصيل التي حظيت باهتمام المربين والوراثيين الى درجة كبيرة ربما تفوق العديد من المحاصيل الاخرى من حيث نوع وعدد الجينات والطرق العديدة المستخدمة على هذا المحصول والتي كثيراً ماطبقت على محاصيل اخرى. ان طرق التربية التي استخدمت لتحسين الذرة الصفراء عديدة لكنها يمكن ان تجمع بالطرق العامة التالية:

١ ـ الانتخاب

آ. الانتخاب (الاعتيادي)
ب. انتخاب عرنوص في خط

٢ ـ الانتخاب مع اختبار الذرية

آ . اختبار الذرية بالتلقيح الذاتي
ب . اختبار الذرية بالتلقيح القمي
جـ . اختبار الذرية بالتلقيح المتعدد

٣ ـ الانتخاب مع التلقيحين الذاتي والقمي

آ . الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد العامة
ب . الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد الخاصة
جـ . الانتخاب التكراري لقابليتي الاتحاد العامة والخاصة .

ثانياً : التهجين :

أ . انتاج الهجن من السلالات النقية .
ب . انتاج الاصناف التركيبية والمركبة
جـ . انتاج هجن الاصناف

لقد اعتاد بعض المختصين في مجال تربية النبات بوضع الاستقدام (الادخال) (Introduction) مع طرق التربية ، الا انه وكما اوضحنا في الفصل الاول ان هذه الطريقة ماهي في الواقع الا مصدراً للتغايرات التي يعمل عليها مربي النبات ، لان الانتخاب يتم على التغايرات ، وهذه التغايرات قد تكون طبيعية او مستحدثة (صناعية) فالطبيعة اما محلية او مستقدمة من منطقة جغرافية اخرى او طفرة بينما المستحدثة اما تكون باستخدام بعض المطفرات (mutagens) او التضريب بين تراكيب وراثية مختلفة بحيث تنتج توليفات (combinations) جديدة يعمل عليها مربي النبات في برامجه الخاصة بتحسين صفات المحصول ، ولنأخذ الطرق المذكورة في هذه المجاميع ونحاول بيان طريقة تنفيذها فنيا والاسس العلمية المتعلقة بها والهدف الاساسي في استخدامها :

١ ـ الانتخاب بدون تهجين

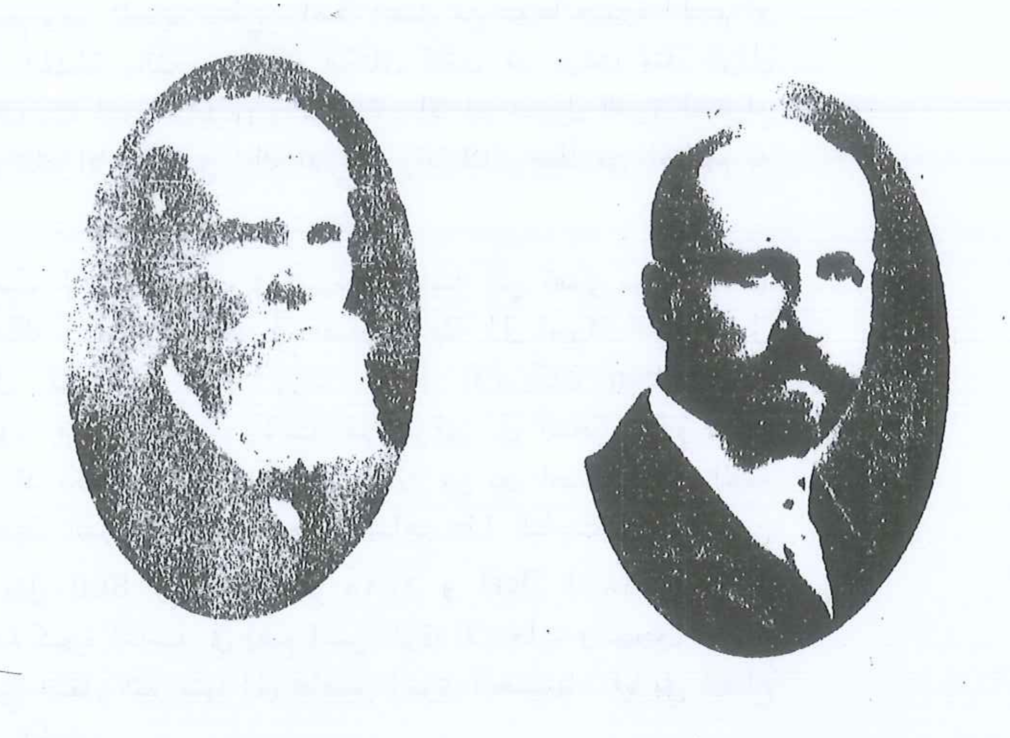
ربما تكون عملية الانتخاب الطريقة التي مارسها العديد من الفلاحين والمزارعين في حضاراتنا العربية القديمة في وادي النهرين والنيل وكذلك الحضارات الاخرى في الصين واميركا الجنوبية . لقد عرف الفلاح القديم والحديث ان زراعة البذور

الجيدة الكبيرة الحجم وغير المصابة تعطي حاصلاً افضل من غيرها صغيرة الحجم او المصابة ان محصولي الحنطة والشعير وكذلك الكتان كانت قد عرفت منذ حوالي خمسة الى سبعة آلاف سنة لدى البابليين والفراعنة ، الا ان محصول الذرة الصفراء لم يكن معروفاً في تلك الارض وفي تلك الازمنة والا لنال حظاً من اهتمامهم به كذلك .

لقد عرف محصول الذرة الصفراء في اميركا الجنوبية التي تعتبر موطناً له كما تكون كتوانيالا كذلك ، وانتقل بعدها في عصور حديثة الى اميركا الشمالية قبل اكتشافها من قبل كولومبس حيث زرعه الهنود الامريكان (American Indians) واعتبروه محصولاً مقدساً وكانت لهم طرقهم في انتخاب بذور هذا المحصول وزراعته . قد تكون تجربة Reid عام ١٨٤٦ من بين اهم التجارب المهمة في مجال تربية محصول الذرة الصفراء ، حيث يساهم هذا الباحث مع غيره من الباحثين الرواد مثل Sull و Hopkins ١٨٩٨ و Beal (١٩٨٠) (شكل ١٠ ـ ١٠) مساهمة كبيرة اساسية في وضع اسس طرق الانتخاب والتهجين لمحصول الذرة الصفراء والتي انتقل كثير منها الى محاصيل اخرى لتحسينها . فيما يلي ايضاح موجز لبعض هذه الطرق .

٢ ـ الانتخاب الكمي (Mass selection)

يعتبر الانتخاب الكمي من ابسط الطرق واقدمها في مجال تحسين الجماعة النباتية للذرةالصفراء . تتلخص الطريقة بزراعة تراكيب وراثية متباينة من المحصول وانتخاب عرانيص النباتات الجيدة الحاصل مظهرياً من خمسين نباتاً الى عدة مئات تخلط البذور سوية وتزرع في الجيل المقبل وهكذا الى ان يتأكد المربي من عدم وجود زيادة في حاصل النبات نتيجة الانتخاب . ان معظم الاصناف المفتوحة التلقيح التي شاع استخدامها في الولايات المتحدة (قبل معرفة واستخدام الهجن) هي اساساً منتجة بالانتخاب الكمي . من بين افضل الامثلة على ذلك هو الصنف (Reid Yellow Dent) الذي انتخبه الباحث المعروف (Reid) عام ١٨٤٦ عندما زرع عن غير عمد الصنف المعروف (Gordon Hopkins) في موعد متأخر ففشلت بعض البذور في الانبات فتم ترقيع الحقل من بذور صنف اخر محلي يسمى (Little Yellow) وحدث التهجين الطبيعي بينهما وتم الانتخاب لعدة اجيال قام بها Reid (الوالد) ثم ولده (James) الذي اكمل البرنامج ونال الشهرة على ذلك العمل الجاد فانتج الصنف (Dent reid Yellow) حيث اصبح لعدة سنين مصدراً وراثياً لعدة تراكيب من الذرة الصفراء . لقد كان حاصل هذا







شكل ١٠ ـ ١ الرواد من مربي الذرة الصفراء الذين كان لهم دور بارز في تحسين هذا المحصول. اليمين العلوي (Hopkins) واليسار العلوي (Reid) واليمين السفلي (Shull) وبجانبه (Beal)

الصنف في حينه بحدود ٧,٨ طن/ هـ بينما كان انتاج ولاية السنوي (التي انتج فيها الصنف) هو بمعدل ١,٧ طن/ هـ فقط ، ومما يذكر ان ذلك الحاصل قد انتج بدون اية عمليات اضافية لخدمة التربة وبدون اضافة اي سماد عما كان يستخدم في الزراعة التقليدية في حينه هناك . لقد ادى ذلك الى اتساع الرقعة الزراعية المزروعة بذلك الصنف حتى بلغت حوالي ٤/ ٣ المساحة المزروعة بالذرة الصفراء في ما يسمى بحزام الذرة (Corn Belt) في الولايات المتحدة ، وحتى بعد وفاة Reid (عام ١٩١٠) بنحو ٢٧ سنة كان هذا الصنف يزرع في ٢١ ولاية امريكية ، ان ذلك حقاً يعطي صورة حية لعملية الانتخاب والتضريب (غير المقصود اساساً) في انتاج صنف متفوق في الحاصل بعدة اضعاف . لم يفت مربي النبات الامريكي ان يستفيد من الصنف المذكور في انتاج السلالات النقية فقد تم انتاج العديد من السلالات منه كان اشهرها السلالة WF9 التي كانت أباً في العديد من الهجن ولازالت تستخدم الى هذا التاريخ في انتاج الهجن . في عام ١٩٥٥ وضعت منحوتة صخرية نقشت عليها كلمات تأبين للباحث (J.Reid) وعائلته كان منها (ان الانسانية مدينة لك ولافراد عائلتك لتحسينكم اعظم محصول في اميركا ـ الذرة الصفراء) .

مميزات الانتخاب الكمي :

ان الانتخاب الكمي قد يكون اليوم ذا دور محدود في تحسين المحصول ، الا انه في الواقع يخدم المربي حسب هدفه وحسب نوع التغايرات الوراثية المتوفرة لديه ودرجة التوريث للصفة وشدة الانتخاب ، وفيما يلي بعض اهم مميزات الانتخاب الكمي :

١ ـ سهولة التقنية المستخدمة في الطريقة
٢ ـ ان الزيادة الصغيرة المتحققة في كل جيل بالانتخاب الكمي تتطلب عدة اجيال في الطرق الاخرى .
٣ ـ الاستخدام الامثل للتغايرات الموجودة في التركيب الوراثي قيد التحسين حيث يمكن انتخاب اعداد عالية من النباتات وخلطها سوية للحصول على الدورة الانتخابية اللاحقة .
٤ ـ يمكن استخدام الانتخاب الكمي في الحالات التي يكون فيها التركيب الوراثي ذا صفات خاصة في الحبوب ، حيث لا يغير هذا الانتخاب من صفات السويداء بدرجة كبيرة .

بعض القيود في استخدام الانتخاب الكمي :

حيث ان الانتخاب الكمي يمثل عملية زيادة التكرار الجيني لنباتات معينة في الجماعة النباتية ، فانه في هذه الحالة يكون قد عمل ضمن تأثير ظروف بيئية معينة ، وعليه قد تكون عوامل البيئة ذات دور فعال في تغيير حاصل هذا الصنف (فيما لو قورن مع الهجين) لدى تغيير موقع زراعته او موسم الزراعة (السنين) ، والتي يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية حيث تمثل P حاصل النبات و M و G و L و Y تمثل على التوالي متوسط الجماعة للصفة والتركيب الوراثي والموقع والسنين وتمثل بقية الرموز في المعادلة تداخلات العوامل وكما يلي : ـ

$$Rijk = M + Gi + Li + Yk + GLij + LYik + GLYijk + eijk$$

ان الصفة او الصفات المظهرية التي يحصل عليها المربي للصنف المنتخب بالانتخاب الكمي هي في الواقع نتيجة تداخل العوامل الوراثية × العوامل البيئية المختلفة ، وبذا يمكن القول ان القيمة المظهرية هذه ليست لها اية ضمانات وراثية سيما اذا كان التأثير الجيني الاضافي في ذلك البرنامج محدوداً (لتلك الصفة) ، وعليه فقد اقترح البعض اعتماد طريقة عرنوص ـ خط واختبار ذريتها كطريقة محورة عن الانتخاب الكمي تفضل عليها .

مآخذ على الانتخاب الكمي :

١ ـ صعوبة تحديد واستثمار التغاير الوراثي الاضافي في الجماعة (لاعتماد القياس المظهري) .
٢ ـ قلة دقة الالواح الحقلية في تقليل تأثيرات البيئة .
٣ ـ قلة شدة الانتخاب لدى حدوث اضطجاع في الحقل .
٤ ـ قلة دقة الطرق المستخدمة لقياس الفروقات الحقيقية في الصفة بين دورة واخرى .
٥ ـ ينصح البعض بزراعة كثافة عالية من النباتات للانتخاب .

ان المآخذ المذكورة على الطريقة ليست من الصعب عدم التغلب عليها فمثلا بالنسبة للنقطة الاولى يمكن استخدام القياسات للصفة بدلا من الاعتماد على المظهر المجرد فقط ، وفيما يتعلق بالنقطة الثانية يمكن تقسيم كل جماعة نباتية منتخبة الى عدة اقسام وزراعتها في عدة مواقع في الحقل (مكررات) كي يتم التغلب على تأثير عوامل البيئة على افراد الجماعة المنتخبة ، كما يمكن الزراعة بكثافة واطئة نسبيا (٣٠ ـ ٤٠) الف نبات/ هـ) باستخدام (grid system) ذي المسافات المتساوية

بين النباتات في الخط الواحد وبين الخطوط كان تكون ٥٠ × ٥٠ سم او ٦٠ × ٦٠ سم حيث تسهل حركة الباحث ويقل الاضطجاع حيث يتم التغلب على النقطتين الثالثة والخامسة . اما فيما يتعلق بالنقطة الرابعة فان الطرق الاحصائية الحديثة تساعد دون شك في قياس مثل هذه الفروقات بين دورة واخرى الى درجة مقبولة في الاقل .

ان وجود عيوب لطريقة معينة لايعني انها غير مجدية سيما اذا علمنا ان هذه الطريقة كانت ومازالت فعالة للعديد من الصفات ذات التوريث العالي ، وقد اقترح Gardner ، ١٩٦٩ بعض التجويرات على الانتخاب الكمي والتي يعتقد انها ساعدته في الدراسة التي طبقها على تحقيق نجاح جيد في برنامج الانتخاب الكمي حيث اقترح :

١ ـ زراعة كل جماعة نباتية منتخبة لصفة معينة في حقل معزول عن الجماعات الاخرى وذلك تجنباً للخلط مع التراكيب الاخرى المجاورة .
٢ ـ زراعة بذور النباتات المنتخبة بكثافة نباتية واطئة بحدود ١٩ ـ ٢٠ الف نبات للهكتار لتجنب المنافسة بين النباتات والسماح للنبات بالتعبير عن قدرته الوراثية للصفة .
٣ ـ زراعة البذور مضاعفة في الحفرة لتقليل تأثير عوامل البيئة عليها ثم خفها الى الكثافة المطلوبة ، مع ضرورة التأكيد على الزراعة بمسافات متساوية بين الخطوط وبين النباتات في الخط الواحد (grid system) التي اقترحها Gardner ، ١٩٦٩ وفي هذه الحالة سوف تكون المسافة المناسبة على هذا الاساس بحدود ٧٠ سم بين كل من الخطوط والنباتات ، على الرغم من ان بعض الباحثين قد اقترح مسافة ٥٠ × ٥٠ سم لنفس الغرض .

لقد اوضحت الدراسة الموسعة التي قام بها الباحث المذكور (Gardner) والتي استمرت اربعة عشر عاما على جماعتين من الذرة الصفراء احداهما مشععة والثانية غير مشععة ، ان استجابة كلا الجماعتين كانت خطية حيث تزايد حاصل الحبوب مع دورات الانتخاب وكان معدل الزيادة لها متشابها وكان بمعدل ٢,٩٣٪ للدورة الواحدة حيث كانت الزيادة بعد ١٣ دورة مايقارب ٣٨٪ عن الصنف الاصلي ولم تكن هناك اية ادلة على ان الاستجابة للانتخاب قد توقفت ، كما اشارت الدراسة الى ان الانتخاب الكمي لم يزد حاصل الحبوب فحسب بل زاد كلا من عدم العرانيص للنبات (ارتبطت مع زيادة الحاصل) وارتفاع النبات ولموسم النمو ونقصت كل من نسبة الاضطجاع والسيقان العارية من العرانيص (barrenness) وقد اشار Gardner ١٩٧٣ الى ان الانتخاب الكمي بدون تشميع افضل من

استخدام التشميع معه وانه (الانتخاب الكمي) يصلح بشكل جيد لعزل الطفرات غير المرغوبة في الجماعة النباتية بسهولة . اما Johnson، ١٩٦٣ فقد حصل على زيادة مقدارها ٣٣٪ في حاصل الحبوب لصنف الذرة الصفراء الاستوائي في ثلاث دورات انتخابية فقط ، وهناك العديد من الدراسات حول الانتخاب الكمي والمهم هنا هو معرفة نقطتين هامتين في تطبيق الانتخاب الكمي ، الاولى ان التراكيب الوراثية المستخدمة تختلف في استجابتها للانتخاب والثانية ان الطريقة التي يعتمدها المربي قد تختلف كثيرا عما يستخدمها مربي آخر فمثلا لوحظ ان انتخاب عرانيص معينة من نوع واحد يؤدي حتما التي التلقيح الداخلي (inbreeding) وبالتالي تدهور صفات التركيب المنتخب ، لذا لابد من الانتباه الى هذه الحالة في برامج الانتخاب الكمي ، سيما اذا اخذنا في نظر الاعتبار ان من عيوب او ضعف بعض جوانب الانتخاب الكمي هو اننا نتعامل وننتخب للنباتات الام فقط ، اما الاب (حبوب اللقاح) فتترك للعشوائية ، وربما يمكن القول انه لو اعتبرنا العشوائية لحبوب اللقاح هي في المعدل في التأثير السلبي او الايجابي على عمل مربي النبات فان المربي في هذه الحالة يعمل تقريبا على حوالي نصف التغاير الوراثي (المظهري) الذي ينتخب له لكنه اذا كان دقيقا فان هذا القدر سيكون مستمرا من جيل لاخر وبالتالي يحصل على نسبة عالية من درجة الصفة التي انتخب لها .

ب ـ انتخاب عرنوص في خط (Ear-to-row selection)

ان اول دراسة منشورة عن طريقة انتخاب عرنوص في خط هي التي نشرها Hopkins ١٨٩٨ كما اشار اليها Jugenheimer، ١٩٧٦ حيث قام بدراسته لتغيير التركيب الكيمياوي لحبة الذرة الصفراء في محطة التجارب الزراعية في ولاية السنوي الامريكية ، عن طريق انتخاب عرانيص معينة وزراعة جزء من البذور لكل عرنوص في خط ثم دراسة الحاصل الناتج من تلك الخطوط . لقد حورت هذه الطريقة فيما بعد من اجل تقليل التلقيح الداخلي وذلك عن طريق ازالة النورات الذكرية لبعض النباتات في الخط ثم عند الحصاد تجمع البذور من النباتات المزالة نوراتها حيث تكون قد تلقحت خلطيا بدون اي تلقيح ذاتي . لقد تركزت الدراسة التي بداءها Hopkins عام ١٨٩٨ على تغيير نسبتي الزيت والبروتين في حبة الذرة الصفراء واستمرت هذه التجربة بعد وفاة الباحث الى سبعين جيلا (Dudley، ١٩٧٤) حيث ابتداءت بنسبة زيت ٤,٧٪ ونسبة بروتين ١٠,٩٪ وبعد سبعين جيلا من الانتخاب بلغت نسبة الزيت ١٦,٦٪ ونسبة البروتين ٢٦,٦٪ وربما يكون هذا النجاح الكبير المتحقق بالانتخاب لنسبتي الزيت والبروتين العاليتين نتيجة العوامل التالية :

١ . ان الصفة قيد الدراسة كانت خاضعة للقياس بدقة .
٢ . استمرار الانتخاب لعشرات الاجيال .
٣ . كانت طريقة الانتخاب دقيقة .
٤ . تقليل سعة التلقيح الداخلي بعزل الجماعات النباتية المنتخبة عن بعضها اضافة الى استخدام التلقيح اليدوي بين نباتاتها .

لقد قام الباحثان Smith و Brunson ١٩٢٥ باجراء تجربة على مدى عشر سنوات لمقارنة الفرق بين كفائتي طريقة الانتخاب الكمي وعرنوص في خط فجمعها ٩٩٠ عرنوصا من الذرة الصفراء وزرعاها كلا في خط ثم اخذا البذور من نفس هذه العرانيس وخلطاها وزرعاها للانتخاب الكمي وبعد عشر سنين وجدا ان الحاصل النسبي بطريقة عرنوص في خط كان ٩,٣ ١٠٪ بينما الحاصل النسبي للانتخاب الكمي كان ١٠٦,٨٪ وذلك منسوب الى صنف شائع في المنطقة .

هناك مايسمى بالانتخاب الكمي المحور ، حيث نشر كل من Lonnquist ، ١٩٦٤ و Webel و Lonnquist ، ١٩٦٧ نتائجهم حول هذه الطريقة التي تتلخص في تقويم حاصل حبوب صنف مفتوح التلقيح من الذرة الصفراء بأخذ بذور من نباتات نصف اخوة (half-sibs) وزراعتها والانتخاب عليها بعد تقويم معدل الحاصل من ثلاثة مكررات لكل جماعة نباتية مزروعة لوحدها بصورة معزولة ومتروكة للتلقيح العشوائي الطبيعي وبعد اربع دورات انتخابية حصلوا على زيادة معدلها ٩,٤٤٪ في حاصل الحبوب للجماعة المنتخبة . لقد طبقت دراسات عديدة حول اختبار قدرة انتخاب عرنوص في خط وكانت النتائج بصورة عامة تشير الى ان هذه الطريقة ناجحة في تحسين صفات التركيب الكيمياوي للحبوب وارتفاع العرنوص وكذلك في تحسين حاصل الانصاف غير المتطبعة للبيئة ، كما ان الانتخاب الكمي المحور يعتبر متفوقا على الانتخاب الكمي الاعتيادي في تحسين صفة الحاصل . لقد وجد Baktash ، ١٩٧٩ (في العراق) ان الانتخاب الكمي لاربع دورات قد زاد من طول العرنوص وعدد صفوفه وعدد حبوبه ووزن الحبوب وبالتالي من وزن حاصل الحبوب للنبات ، وان دورة واحدة من الانتخاب التكراري كانت موازية لفعل ٣ ــ ٤ دورات من الانتخاب الكمي في تحسين صفة حاصل الحبوب .

٢ ــ الانتخاب مع اختبار الذرية :

ان مما يؤخذ على الانتخاب الكمي او عرنوص في خط هو عدم وجود عنصر اختبار الذرية فيه ، لانه كما ذكرنا من عيوب الانتخاب هذا انه يتم على النباتات

الام التي تزرع وتنتخب ، ولايعرف الاب الداخل فيها (النباتات التي تعطي حبوب اللقاح) ، وعليه فانه اذا تم اختبار ذرية هذه النباتات المنتخبة فان كفاءة الانتخاب سوف تتحسن لتأكيدنا القدرة الانتاجية الفعلية للنباتات المنتخبة . ان اختبار الذرية يمكن ان يلخص بالطريقتين التاليتين :

آ ـ اختبار الذرية بالتلقيح الذاتي **(S_1 progeny)**

يتم في هذه الطريقة انتخاب النباتات المرغوبة للصفة المطلوبة وتجمع العرانيص من النباتات كل على انفراد ، ثم تزرع في الجيل اللاحق وتلقح النباتات الناتجة من كل عرنوص ذاتيا ثم تجمع البذور من العرانيص الجيدة الناتجة من نباتات الخط الواحد لذلك العرنوص وتخلط سوية ويحفظ جزء منها ويزرع الجزء الاخر لاختبار الذرية ، فالنباتات الذاتية التلقيح اذا اعطت حاصلا عاليا في الجيل اللاحق (تترك للتلقيح العشوائي) تؤخذ بذورها السابقة (بذور التلقيح الذاتي) وتجمع مع بذور العرانيص الاخرى الجيدة الحاصل من التلقيح الذاتي وتزرع وتترك للتلقيح العشوائي حيث تكتمل دورة الانتخاب الاولي ، وهكذا نجد ان هذه الطريقة هي اساسا عبارة عن انتخاب كمي ينفذ عن طريق اختبار عرنوص في خط بالتلقيح الذاتي .

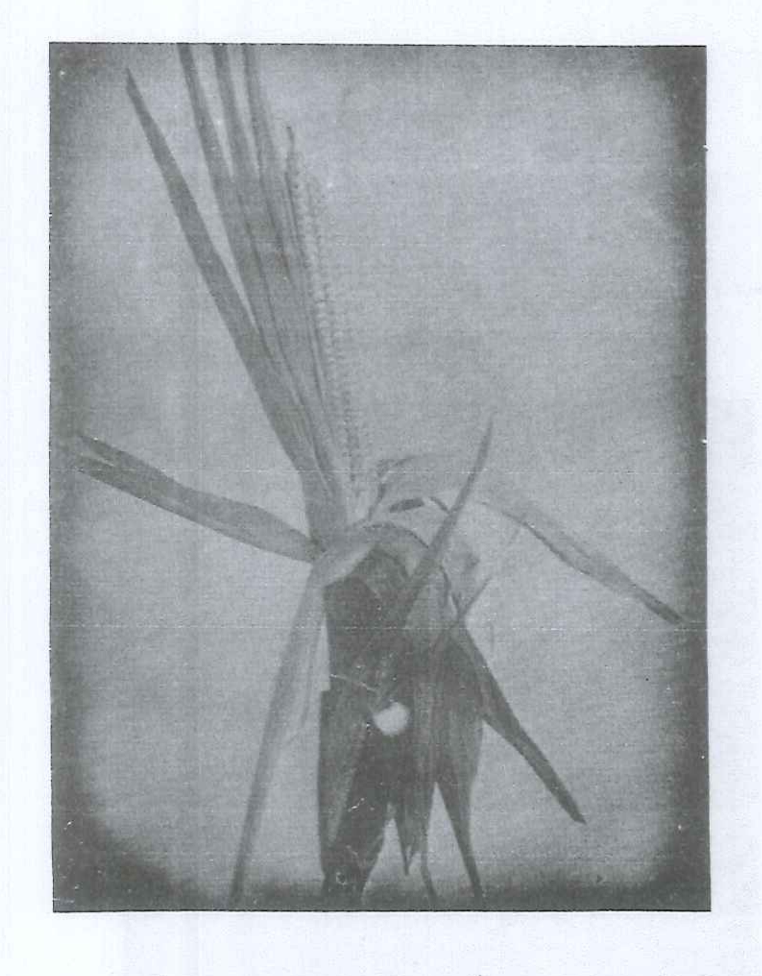
ب ـ اختبار الذرية بالتلقيح القمي **(Top cross progeny)**

ان الـ هذه الطريقة يتم بنفس الطريقة السابقة باستثناء ان البذور المأخوذة من العرنوص الواحد المنتخب تزرع لتلقيح قيميابدلامن التلقيح الذاتي ، وذلك عن طريق استخدام فاحص (tester) يكون عادة صنفاً مفتوح التلقيح او تركيباً او مركباً او هجيناً وتؤخذ البذور من النباتات الجيدة الناتجة من العرنوص الواحد وتخلط سوية لتزرع ويختبر حاصلها بعد الاحتفاظ بجزء من البذور والتي تعطي حاصلاً من نباتات الصنف الاصلي تؤخذ بذورها للتلقيح القمي وتزرع وتعاد الدورات الانتخابية الاخرى لحين انخفاض الاستجابة للانتخاب .

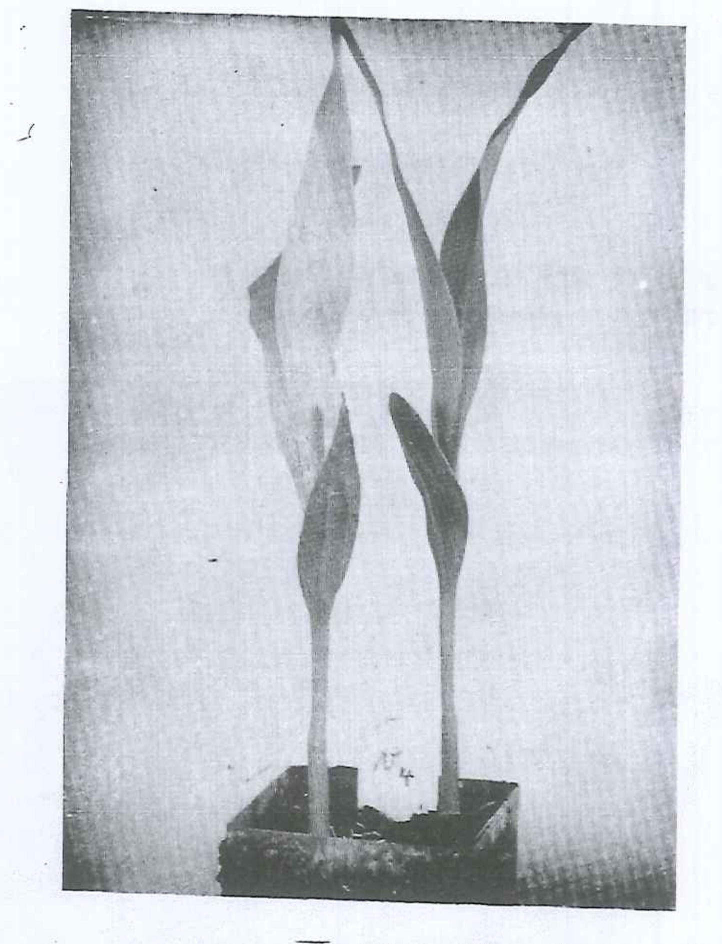
لقد وجد كل من Elsahookie و Wuhaib ، ١٩٨٥ لدى مقارنتها في خط والانتخاب الكمي وذرية التلقيح الذاتي مع التلقيح القمي وعرنوص في خط مع التلقيح القمي وعرنوص في خط مع التلقيح القمي والانتخاب الكمي مع التلقيح القمي وذلك على اربع مجاميع من الذرة الصفراء ناتجة من الجيل الثاني لاربع تضريبات حيث درست الاستجابة لهذه الطرق لكل من حاصل الهكتار من الحبوب



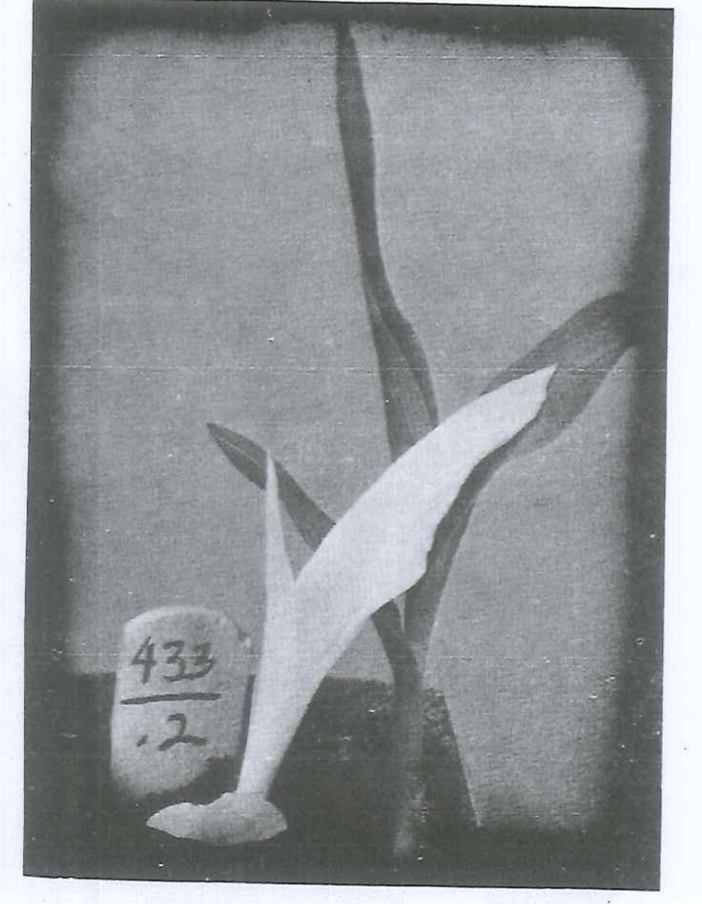
شكل ٨ ـ ١٥ lg$_1$ (liguleless) (انعدام اللسين)
الورقة عديمة اللسين والاذينات (النبات الى اليسار).



شكل ٨ ـ ١٦ sk (silkless) (انعدام الحريرة) البويضات تجهض لانعدام الحريرة.



شكل ٨ ـ ١٧ V_4 (Virescnt) (الاصفرار)
البادرة صفراء اللون مع اخضرار خفيف تتحول الى اللون الاخضر تدريجياً (البادرة الى اليسار).



شكل ٨ ـ ١٨ W_3 (white seedling) (البادرة البيضاء)
البادرة بيضاء اللون لاتحوي على الكلوروفيل (الى اليسار).

١ ـ انتخاب نباتات جيذة من جماعة نباتية مفتوحة التلقيح وتلقيحها ذاتياً وجمع البذور من النباتات الجيدة منها عند النضج كل على لنفراد .

٢ ـ زراعة بذور التلقيح الذاتي للنباتات المنتخة كل في خط واجراءالتضريبات بين نباتات الخطوط بكافة الاحتالات (diallel) ثم تجمع بذورها وتخلط ، حيث هنا تنتهي دورة الانتخاب الاساس الاولي .

٣ ـ تزرع البذور المخلوطة والناتجة من التضريب بكافة الاحتالات وتنتخب منها نباتات جيدة (للصفة المطلوبة) وتلقح ذاتياً ويؤخذ الجيد منها عن النضج كل نبات على انفراد .

٤ ـ تزرع البذور الناتجة من التلقيح الذاتي كل نبات في خط وتضريب فيا بينها بكافة الاحتالات ، حيث تنتهي الان دورة الانتخاب التكراري الاولى ، وهكذا تعاد العملية عدة مرات حسب القرار الذي يتخذه المربي بالاستناد الى الهدف الذي وضعه والنتيجة التي حصل عليها .

ان طرق الانتخاب التكراري الثلاث تشبه من حيث الاساس خطوات الانتخاب التكراري البسيط الا انها تختلف عنها في نقطة اساسية هامة هي اختار الذرية او قابلية الاتحاد (combining ability) الخاصة منها او العامة او كلاهما وذلك عن طريق استخدام ملقح فاحص (tester) يفضل ان يكون ذا قاعدة وراثية واسعة (broad genetic base) اذا كان الهدف لاختار قابلية الاتحاد العامة (GCA) اما اذا كان الهدف لاختبار قابلية الاتحاد الخاصة فتستخدم عادة سلالة نقية (inbred line) واحياناً هجين فردي (single cross) وبذا نجد ان الفاحص يمكن ان يكون صنفاً مفتوح التلقيح او تركيبياً او مركباً او ذرية غير نقية او هجيناً فردياً او ثلاثياً او زوجياً او سلالة نقية وذلك حسب قناعة المربي بما يناسب الهدف الذي يريد الوصول اليه باستخدام هذه الطريقة . تستخدم الذريات الناتجة من الانتخاب التكراري بكافة طرقه وكما اشرنا لذلك لانتاج سلالات نقية لانتاج الهجن فيا بعد او لتلقيحها مع هجن فردية لزيادة حاصلها عندما تكون السلالة المستخدمة معها اصبحت لسبب او لاخر غير مرغوبة او لانتاج اصناف هجينة او تركيبية او مركبة . لدى حدوث نسبة معينة من التلقيح الداخلي بين افراد الذرية الناتجة يمكن تقليلها بادخال خطوة واحدة اضافية الى البرنامج هي التلقيح العشوائي لجيل واحد بدلا من التلقيح الداخلي (الذاتي) وذلك بعد مرحلة انتاج بذور التلقيحات بكافة الاحتالات (intercrosses) حيث تزرع وبدلا من ان تلقح ذاتيا تترك للتلقيح العشوائي لجيل واحد ثم يبدأ بعدها التلقيح الذاتي على النباتات المنتخبة . ان هذه العملية تفيد الذرية الناتجة بالحفاظ على مستواها الوراثي إلا انها تؤخر البرنامج موسما كاملاً .

فيا يلي عرض موجز لطرق الانتخاب التكراري الثلاث : ـ

أ ـ الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد العامة (RSGCA)
(Recurrent selection for general combining ability)

يمكن تلخيص خطوات العمل بهذه الطريقة بالاتي:

١ ـ انتخاب نباتات جيدة المظهر (So) تلقح ذاتيا وفي نفس الوقت تلقح مع الفاحص (broad genetic base) الذي يكون عادة صنفا مفتوح التلقيح او تركيبيا او مركبا وتجمع بذور النباتات الجيدة من الذاتية التلقيح والتي انتجت نباتاتها بتلقيحها مع الفاحص ذرية جيدة (يتم التلقيح مع الفاحص بنقل حبوب اللقاح من النباتات الملقحة ذاتيا ويلحق بها الفاحص ثم تؤخذ البذور الناتجة من التلقيح على الفاحص وتزرع في الجيل اللاحق والنباتات التي تعطي حاصلا عاليا منها هي التي تؤخذ بذورها الناتجة من التلقيح الذاتي).

٢ ـ تزرع البذور الناتجة من التلقيح الذاتي (التي انتجت نباتاتها بتلقيحها مع الفاحص حاصلا جيداً) كل بذور نبات في خط. ويعمل التضريب فيما بين خطوط النباتات بكافة الاحتمالات وتجمع البذور الناتجة من التضريبات وتخلط لتكوين بذور جماعة نباتية جديدة تبداء عليها دورة انتخاب اخرى، وهكذا.

ان انتخاب النباتات الجيدة يعتمد على حاصل النباتات الناتج منها، حيث يجب ان يزيد حاصل النباتات المنتخبة عن معدل حاصلات التلقيحات مع الفاحص وعادة تؤخذ النباتات التي تعطي معدل حاصل اعلى من المعدل العام لحاصلات التلقيحات مع الفاحص. ان بهذه الطريقة سوف يزداد تكرار النباتات ذات الجينات المفضلة التي اعطت حاصلا عاليا والذي يعبر عنه بقابلية الاتحاد، اي ان النبات او التركيب الوراثي يقال عنه انه ذو قابلية اتحاد عالية عندما يعطي حاصلا عاليا من ذريته المزروعة الناتجة من التلقيح مع الفاحص.

ب ـ الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد الخاصة (RSSCA)
(Recurrent selection for specific combining ability)

ان الاختلاف الوحيد بين خطوات هذه الطريقة والتي قبلها هو فقط بنوع الفاحص المستخدم، حيث يكون في هذه الحالة اما سلالة نقية او هجينا وقد اقترح السلالة النقية الباحث **Hull** عام ١٩٤٥ على اساس ان زيادة في الحاصل او تحسنا في الصفة سوف يحصل في الاجيال المقبلة في الذرية المنتخبة بعد تضريبها مع

اب معين نتيجة وجود قوة هجين تسببه عن التداخلات بين الجينات على مواقع مختلفة (inter-allelic gene interaction) والتي تمثل اساسا حالة التفوق (epistasis) او بين جينات على نفس الموقع (Intra- allelic gene interaction) والتي تمثل حالة التغلب (dominance). لقد انتقد بعض الباحثين طريقة Hull لاستخدامه السلالة النقية للفاحص على اساس انها قد تصاب بمرض او حشرة او قد تظهر سلالات افضل منها فتكون هناك خسارة للتركيب المحسن وقد اقترح (Hull) رداً على ذلك بامكانية استخدام الهجين الفردي العالي الحاصل بدلاً من السلالة النقية وبذا اصبح من الممكن استخدام التركيبين الوراثيين لهذا الغرض .

جـ ـ الانتخاب التكراري المتبادل (RRS)

(Reciprocal recurrent selection)

يمكن باستخدام هذه الطريقة تحقيق هدفي الطريقتين السابقتين وهما الانتخاب لقابلتي الاتحاد العامة والخاصة في نفس الوقت. تتلخص خطوات هذه الطريقة بالاتي :

١ ـ اعتماد مصدرين وراثيين مختلفين على ان يكونا (heterozygous) وزراعة بذورها في موقعين متجاورين ، ثم انتخاب نباتات جيدة (وحسب الصفة المطلوبة)من كل مصدر تلقح ذاتيا وفي نفس الوقت تلقح على نباتات المصدر الاخر ، حيث تكون بذور كل عرنوص من كل مصدر قد زرعت في خط ، تؤخذ نباتات جيدة من كل خط وتلقح ذاتيا في كلا المصدرين ثم تؤخذ حبوب لقاح النباتات الملقحة ذاتيا وتلقح بها نباتات المصدر الاخر وبالعكس (تستغرق هذه العملية موسما واحداً) .

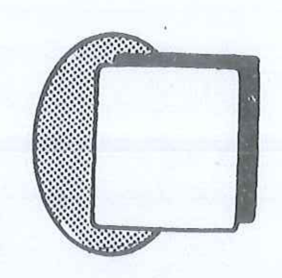
٢ ـ زراعة البذور الناتجة من تلقيح الفاحص من كلا المصدرين في مكررات لاختبار ذريتها ، والبذور التي تعطي نباتات عالية الحاصل هي التي تؤخذ بذورها من التلقيح الذاتي للخطوة اللاحقة وتهمل بقية البذور والنباتات (موسم واحد) .

٣ ـ زراعة بذور النباتات الذاتية التلقيح التي اعطت نباتاتها بتلقيحها مع الفاحص ذرية عالية الحاصل لاجل تكثيرها حيث تؤخذ بذور كل نبات (الناتجة من التلقيح الذاتي) وتزرع لوحدها في خط وتغلف نوراتها الذكرية والانثوية وفي فترة استقبال حبوب اللقاح من قبل الحريرة تجمع حبوب اللقاح من نباتات الخط الواحد (الناتجة من بذور نبات واحد ذاتي

التلقيح) وتلقح بها كافة نباتات الخط اي ان نوع التلقيح هو داخلي (inbreeding) وهو افضل من التلقيح الذاتي من حيث لايسبب تدهوراً كبيراً في الصفة وافضل من التلقيح المفتوح لانه لايخلط تراكيب وراثية اخرى معه قد تكون غير مرغوبة تجمع بذور نباتات كل خط لوحدها عند النضج حيث انها منحدرة من نبات واحد ذاتي التلقيح .

٤ ـ تزرع البذور الناتجة من الخطوة الثالثة كل بذور نباتات ناتجة من نبات واحد ذاتي التلقيح في خط او خطوط ومن كلا المصدرين وتجري التضريات بكافة الاحتمالات بين خطوط نباتات المصدر الواحد ثم تجمع البذور من النباتات المضربة من كل مصدر وراثي وتخلط سوية لتكون بذور التركيب الوراثي الجديد المحسن والذي يمكن ان يزرع ليعطي تركيبا جديداً ، حيث تكون قد انتهت دورة الانتخاب التكراري الاولي ويمكن ان تبداء في هذه المرحلة دورة الانتخاب التكراري الثانية بانتخاب نباتات من الجماعة المحسنة الناتجة من كل مصدر وتلقح ذاتيا ، وهكذا .

يمكن القول ان طريقة الانتخاب التكراري المتبادل هي انجح طريقة من بين كافة طرق الانتخاب في تحسين الصفة ، وذلك لكونها تعني باختبار الذرية من جهة ولانها تعمد التي استخدام مصدرين وراثيين مختلفين كل منها يفحص الاخر ، وتعتبر هذه الطريقة افضل من الانتخاب التكراري لقابلية الاتحاد الخاصة عند وجود تغلب غير تام وتساويها في حالتي فوق التغلب والتغلب وهو يساوي الانتخاب التكراري (في الكفاءة) لقابلية الاتحاد العامة في حالتي التغلب غير التام والتغلب لكنه افضل منها في حالة فوق التغلب ، وبذا نجد ان هذه الطريقة تساوي الطريقتين الاخرين في كافة الاحوال ان لم تكن افضل منها .



الفصل الحادي عشر

التهجين (Hybridization)

- مفهوم التهجين
- النظريات التي تفسر قوة الهجين

يقصد بالتهجين بصورة عامة تضريب تركيبين وراثيين مختلفين من نوع واحد ، وتهدف هذه العملية الى احد هدفين هما زيادة التغايرات بين افراد الجيل الثاني ومابعده وحصول الانعزالات الوراثية واعطاء التراكيب الجديدة نتيجة التوليفات الجينية (gene recombinations) التي يستفاد منها في انتاج السلالات او برامج الانتخاب او التحسين المختلفة ، اما الهدف الثاني فهو انتاج الهجن (hybrids) التي تتميز بكونها ذات حاصل افضل من افضل الابوين الداخلين في انتاجها . ان الهجين المقصود تجارياً لابد ان يكون متفوقاً في الجيل الاول على افضل الابوين سلباً او ايجاباً لتلك الصفة ، ففي حالة الحاصل لابد ان يكون اعلى من اعلى الابوين (ايجاباً) ،اما في صفة النضج او ارتفاع النبات فقد يفضل غالباً النبات المبكر النضج او القصير وفي الحالتين تعتبر الصفة سلبية من حيث قوة الهجين (hybrid vigor) او ما يصطلح عليها بالتهجن (heterosis) ان التعبير الاول يستخدم عادة للتعبير عن حالة الهجن المستخدمة تجارياً وهي باتجاه موجب عادة للصفة ، اما التعبير الثاني (التهجن) (heterosis) فقد يكون معناه سلباً او ايجاباً عن معدل الابوين كما اسلفنا قبل قليل . ان التهجن الموجب يحسب عادة على اساس ان الجيل الاول (الهجين) هو اعلى من يحسب معدل الابوين لتلك الصفة ، اما التهجين السالب فيكون اقل من معدل الابوين . اما التلقيحات العامة السائدة بين افراد مختلفة او متشابهة فتنتج افراداً في الجيل الاول تمثل لقاح (crossea) قد تكون متفوقة على معدل الابوين او غير متفوقة . ان قوة الهجين (hybrid

(vigor هي الحالة التي يمتلكها الفرد الهجين الهجين والتي تمثل غزارة النمو او الحاصل او الحجم في ذرية الجيل الاول (الهجين) الناتج من تضريب ابوين او اكثر مختلفين وراثياً ، اما الهجين (hybrid) فهو ذرية الجيل الاول الناتجة من تضريب ابوين او اكثر مختلفين وراثياً ، وعادة يكون الهجين التجاري المقصود متفوقاً على افضل الابوين في الصفة المدروسة بل ويساوي عدة اضعاف معدل حاصل الابوين (السلالات النقية).

قد يكون مقدار الزيادة في حاصل الهجين عن معدل الآباء موازياً لمقدار النقصان في الحاصل نتيجة التلقيح الذاتي لمحاصيل خلطية التقليح التي يحصل فيها تدهور في الصفة نتيجة التلقيح الداخلي او الذاتي سيما عندما يكون لعدة اجيال متتالية . ان افضل زيادة لقوة الهجين تحصل في الجيل الاول للتزاوج بين الآباء وهي التي تستغل تجارياً للانتاج الواسع ، كما يستخدم كذلك الجيل الاول من تلقيح ابوين في الجيل الاول كما هو الحال في انتاج الهجن الرباعية الاباء وربما تعتبر الدراسة التي اجراها Beal (١٨٧٧ – ١٨٨٢) حول التهجين في الذرة الصفراء من اولي الدراسات المنشورة في هذا المجال بعد الذي ذكره دارون حول هذا الموضوع والتي حصل فيها على زيادة مقدارها ٤٠٪ في الجيل الاول عن معدل الابوين ، وقد اجريت بعد ذلك دراسات موسعة عديدة حول التهجين كان افضلها مانشره Robinson وآخرون (١٩٥٦) التي شملت عدة تجارب اعتمدها من باحثين آخرين طبقوها في عدة مواقع ولعدة مواسم ولتراكيب وراثية مختلفة . لقد اوضحوا من تلك الدراسة الموسعة ان ١٢ لقيحاً من اصل ١٥ لقيحاً قد تفوقت في حاصلها في الجيل الاول على معدل حاصل اعلى ابويها وان معدل حاصل جميع اللقائح الناتجة سنوياً الى اعلى حاصل الابوين كان بنسبة ١١٥,٥٪ لقد وجد Lamkey و Smith ، ١٩٨٧ من خلال دراستها لهجن عدة عقود من الزمن (كل عشر سنوات) منتجة من سلالات استنبطت قبل عام ١٩٣٠ ثم ١٩٤٠ وهكذا حتى عام ١٩٨٠ فوجدا ان حاصل الذرة الصفراء قد ازداد بمعدل يقارب ٢ / ١ طن لكل عقد من الزمن نتيجة التغيير الوراثي (بانتاج الهجن) ماعدا زيادة الحاصل نتيجة تحسين عمليات خدمة التربة والمحصول . ان زيادة حاصل الجيل الاول من الهجن بصورة عامة يعتمد على عدة عوامل اهمها :

١ – حاصل السلالات الآباء الداخلة في التزاوج حيث تفضل بطبيعة الحال السلالات ذات الحاصل العالي.
٢ – التباعد الوراثي للسلالات الداخلة في التزاوج ، او بتعبير اخر قابلية اتحاد عالية وبالتالي قوة هجين عالية في الجيل الاول . لقد وجد ان تلقيح سلالة

من الذرة الصفراء المنغوزة (dent) مع سلالة من الذرة الصفراء الطيحينية (flour) او مع سلالة من الذرة الصيوانية (flint) يعطي حاصلاً افضل في الجيل الاول مما لو لقحت سلالات من نفس المجموعة من الذرة الصفراء كما ان الباحثين فضلوا اعتماد السلالة الاب من الذرة المنغوزة بينما الام من الذرة الطحينية او الصيوانية .

ربما يكون اول تعريف على منشور للتهجن (heterosis) هو الذي ذكره الباحث (Shull) (١٩١٤) والذي اكده مرة آخرى عام (١٩٤٨) والذي قال فيه بأنه : الزيادة في الوزن والحجم والنمو في افراد اللقيح الناتج على ابويه . ويتضح من التعريف، انه اذا لم تكن هناك زيادة على الابوين فلن يكون هناك تهجن وهذا الذي قصده Shull هو قوة الهجين (hybrid vigor) . اما الباحث Richey فقد عرف هذه الظاهرة كذلك عام ١٩٤٨ بأنها الزيادة في نمو افراد الهجين على معدل ابويه .، وهذا التعريف يختلف عما ذكره (shull) حيث قصد فيه التهجين (heterosis) وليست قوة الهجين . اما الباحث (East) فقد وصف قوة الهجين في تأثيرها على النبات بكل اجزائه مثل تأثير السماد ، حيث يزداد حجم الجذور والساق والاوراق والافرع والحاصل ، وان النباتات تصل الى مرحلة التزهير دون ان تزهر حيث تتاح فرصة اطول للنبات في المرحلة الاخيرة لتجمع الكاربوهيدرات وبالتالي يعطي حاصلاً اعلى . لقد حظي نبات الذرة الصفراء برتبة عالية في مجال دراسة ظاهرة قوة الهجين وربما اكثر من اي نبات او حيوان اخر درست معه هذه الظاهرة ، وقد حاول باحثون عديدون وضع تفسير واضح لسبب حدوث هذه الظاهرة الا ان نظرية واحدة منها لم تقبل لتكون هي الوحيدة ، حيث هناك حالات عديدة تمثل كل منها صورة معينة لحدوث قوة الهجين ، ونوجز في ادناه بعضاً من تلك النظريات .

نظريات تفسير قوة الهجين :

١ ـ تأثير الجين البسيط Simple gene action

درس الباحثان Keeble و Pellew (١٩١٠) الذرية الناتجة من تضريب صنفين من البزاليا احدهما طويل الساق والثاني غليظ الساق فنتج الجيل الاول بنباتات طويلة الساق وغليظة متفوقة بذلك على كلا الابوين الداخلين في التزاوج ، الا ان هذه النباتات (الجيل الاول) عندما تركت للتلقيح وانتاج نباتات الجيل الثاني كانت قد انعزلت بالنسبة ٩ : ٣ : ٣ : ١ وحيث ان نسبة النباتات ذات

السيقان الطويلة والغليظة في نفس الوقت لم تكن متطابقة مع هذه النسب ، فقد اتضح خطاء ماعتقده الباحثان من ان زوجين من الجينات كانا مسؤولين عن حدوث قوة الهجين في هذا التضريب ، وبذا فقد ضعفت حجة هذه النظرية في تفسير ظاهرة قوة الهجين بأنها ناتجة من تأثير الجين البسيط .

٢ ـ التباين الجيني **(Heterozygosity)**

من المعروف ان افراد الجيل الاول الهجينة التي تبدي قوة الهجين تكون اكثر تحملاً للظروف القاسية من غيرها اضافة الى كونها اعلى في الحاصل ، وبتعبير آخر فان الهجين يكون اكثر مطاطية (plastic) او ثباتاً في الصفة (homeostatic) من الافراد الاخرى للنوع عندما يزرع في بيئات متغايرة في عوامل النمو ، واستناداً الى هذا فقد فسر كل من East و Hayes (١٩١٢) هذه الحالة بانها ناتجة من وجود محفزات متسببة عن التباين الجيني في تلك الافراد والتي تفتقر اليها الافراد المتماثلة الجينات (homozygous) وبناء على هذا فقد افترضنا ان جينات مفضلة غير متماثلة قد تجمعت على عدة مواقع من الكروموسومات وسبت هذه المحفزات وبالتالي احدثت قوة الهجين في تلك الافراد .
واضافة لذلك فان باحثين اخرين هما Quinby و Karper (١٩٤٦) درسا حالة طول موسم النمو في نبات الذرة البيضاء (sorghum) واوضحا ان النباتات الهجينة قد اختلفت في فترة موسم النمو (النضج) باختلاف حالة الهجين في احتوائه على الحلائل (alleles) المسؤولة عن فترة النمو وقوة الهجين في نفس الوقت وكما يلي : ـ

صفة الابناء	التركيب الوراثي	حاصل البذور (غم)	فترة التزهير (يوم)
الاب الاول : مبكر النضج	mama Ma_2 Ma_2 ma_3 ma_3	٩١	٥٠
الاب الثاني : متاخر جداً	MaMa Ma_2 Ma_2 ma_3 ma_3	١٥٠	٩٦
هجينها : متأخر	Mama Ma_2 Ma_2 ma_3 ma_3	٢٤٠	٩٣

لقد علل الباحثان ان سبب زيادة حاصل بذور نبات الجيل الاول كان بسبب تباين زوج واحد من الجينات فاصبح في حالة (Mama) مختلفاً في ذلك عن حالة التماثل الجيني الحاصلة في الابوين ، فان هذا التباين الجيني قد سبب تحفزاً وظيفياً معيناً في النباتات مما جعلها اكثر نشاطاً في امتصاص العناصر المعدنية من التربة والماء وتمثيل الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية ممثلة بالحبوب الامر الذي جعلها تتفوق في الحاصل عن هذا الطريق مع زيادة تفرعات النبات اما عند سطح التربة او عند بعض عقد النبات العليا التي تعطي افرعاً جديدة وعرانيص اضافية . ان الراي السائد عن حدوث قوة الهجين في الجيل الاول بصورة عامة لا يكون بتأثير زوج واحد من الجينات وانما اكثر من ذلك ، ومع هذا فان عدد ازواج الجينات المسؤولة عن هذه الظاهرة قد لا تكون عديدة لدرجة كبيرة مستدلين في هذا من حالة انتاج السلالات النقية في الذرة الصفراء ، حيث يتم الحصول على درجة تماثل جيني بنسبة عالية في خمسة الى ستة اجيال من التلقيح الذاتي للسلالات تكفي لاحداث قوة الهجين في لقيحها الناتج منها .

٣ ـ التغلب والتغلب الجزئي وتغلب الجينات المفضلة المتلازمة

Daminance and partial dominance of linked favorabe genes

في نظرية التغلب والتغلب الجزئي تكون افراد الجيل الاول على درجات متفاوتة من التهجين ، والمرتبة الاولى بصورة عامة هي التي تمثل الحالة التي فيها قوة الهجين ـ وكما يلي :

آ . تهجن موجب : تكون افراد الجيل الاول الهجينة متفوقة على افضل الابوين في الصفة وتمثل هذه الحالة فوق التغلب (Over- dominance) .

ب . تهجن موجب : تكون افراد الجيل الاول الهجينة متفوقة على معدل الابوين ومساوية لافضل الابوين في الصفة وتمثل هذه الحالة وجود التغلب التام (Complete dominance) .

جـ . تهجن موجب : تكون افراد الجيل الاول الهجينية اعلى من معدل الابوين في الصفة وغير مساوية لافضل الابوين (اقل منه) وذلك نتيجة وجود تغلب جزئي (incomplete dominance) .

د . تهجن متعادل : تكون افراد الجيل الاول الهجينية مساوية لمعدل الابوين لعدم وجود اي نوع من التغلب .

هـ . تهجن سالب : تكون افراد الجيل الاول الهجينة اقل من معدل الابوين في الصفة لوجود تغلب جزئي نحو الصفة الموجودة في اوطأ الابوين.

د . تهجن سالب : تكون افراد الجيل الاول الهجينة مساوية لقيمة الصفة في اوطأ الابوين نتيجة وجود تغلب تام .

ز . تهجن سالب : تكون افراد الجيل الاول الهجينة اقل من اوطأ الابوين في الصفة نتيجة وجود فوق التغلب نحو الصفة الاوطاء وهذه الحالة تمثل ايضا قوة الهجين المرغوبة احيانا كما هو الحال في النباتات القصيرة الساق مثلا او المبكرة النضج او الواطئة المحتوى من مادة غير مرغوبة في النبات .

لقد ذكر الباحث Power (١٩٤٥) حالة التهجن في المثال الذي اورده حول تضريب صنفين من الطماطم احدهما ذو ثمار عديدة وصغيرة الحجم والاخر ذو ثمار كبيرة وقليلة العدد فكانت النتائج كما يلي :

الآباء	ثمرة/ نبات	غم/ ثمرة	غم/ نبات
١	٤	١٣٨	٥٥٢
٢	١٠٩	١٧	١٨٥٨
١× ٢	٤٥	٥٥	٢٤٧٥

ولدى ملاحظة حاصل الابوين واللقيح الناتج منهما نجد ان نباتات الجيل الاول الناتجة من تضريب الصنفين كانت اعلى في الحاصل من اعلى الابوين وذلك عن طريق مساهمة تكميلية لصفتي الابوين في زيادة عدد الثمار وحجمها في الجيل الاول مما زاد حاصله عن افضل الابوين وهذه الحالة تعتبر خارج نطاق الرتب السبع التي اوردناها عن التهجن لانها ناتجة من ازواج محدودة من الجينات لكنها تمثل حالة التغلب الجزئي للصفتين في الجيل الاول عن ابويها . لقد علل الباحث Bruce (١٩١٠) ظاهرة التهجن بانها ناتجة من وجود تغلب مرتبط ايجابيا بالصفة المدروسة باحتمال وجود تلازم (linkage) بين الجينات المفضلة التي تسبب قوة الهجين وهذا مادعا Jones (١٩١٧) الى الاعتقاد بنظرية الجينات المتلازمة المفضلة المتغلبة (dominant favorable Linked genes) والتي تفسر سبب عدم امكانية الحفاظ على الصفات الهجينة لنباتات الجيل الاول في الاجيال اللاحقة ، وقد حورت هذه النظرية لتصبح نظرية التغلب والتغلب الجزئي للجينات المفضلة المتلازمة والتي تعتبر احدى النظريات المقبولة لتفسير ظاهرة قوة الهجين مع بعض النظريات الاخرى ، ويمكن ايضاح فكرتها بالمثال التالي . لو اخذنا الجينين A و B المتلازمين في سلالة والجينين C و D المتلازمين في سلالة اخرى ، وكان التركيب الوراثي للسلالة الاولى هو AABBccdd وللثانية هو aabbCCDD ، فلو افترضنا ان كل زوج من الجينين A و B يعطيان ١٥ وحدة ومن C و D ١٠

وحدات ومن a و b و d وc ٥ وحدات فان حاصل السلالة الاولى حسب التركيب الوراثي المذكور سيكون ٤٠ وحدة وللسلالة الثانية ٣٠ وحدة ومعدلها ٣٥ وحدة ، بينما يكون حاصل الهجين الناتج من تضريب السلالتين هو ٥٠ وحدة والذي نفسره بوجود التغلب للجينات المفضلة . ان العديد من الباحثين اليوم يعتقدون ان فعل الجينات في مثل هذه الحالة هو فعل اضافي (additive) على افتراض ان قوة الهجين لاتتسب من تأثير ازواج محدودة من الجينات بدليل انه لو كان الامر كذلك لامكن تثبيت صفات الهجين بسهولة في الاجيال اللاحقة عن طريق التلقيح الذاتي وانتخاب النباتات المتماثلة الجينات المفضلة التي تعطي صفة قوة الهجين بصورة نقية لتعطي ذريتها نفسها في الاجيال اللاحقة دون انعزال ، الا ان هذا لم يحدث ولايمكن له ان يكون فيما يتعلق بقوة الهجين لحد الان وحسب الدراسات المعروفة . اما ماأورده الباحث Grafius (١٩٥٩) لتفسير ظاهرة قوة الهجين في الشعير بسبب السيادة (epistasis) فتلك خاصة لاتنطبق على الحالات الاخرى الشائعة .

٤ ــ المظاهر الوظيفية Physiological aspects

من المعلوم ان حالة التهجن ترتبط بها بعض المظاهر الوظيفية في النبات ، وعليه فقد حاول بعض الباحثين ان يعلل ظاهرة قوة الهجين ببعض هذه المظاهر الوظيفية غير ان واقع الحال يؤكد ان كافة النشاطات والمظاهر الوظيفية في النبات هي محكومة اساسا بالعوامل الوراثية وبذا فان المظاهر الوظيفية هي من نتائج العوامل الوراثية وبالذات قوة الهجين وليست سببا لها . لقد وجد الباحثان Doney و Thurer (١٩٧٩) ان الافراد الهجينة تكون انقساماتها الخلوية انشط واسرع من انقسامات الخلايا في آبائها وان هذه الصفة محكومة بتأثير الجين اللا اضافي .

٥ ــ الاليلات المتعددة Multiple alleles

لقد صنف الباحث East الجينات المسؤولة عن قوة الهجين بالنوعين التاليين : ــ

آ . الجينات المميتة : وهي تسبب ضرراً للنبات بتاثيراتها السلبية على وظائفه المختلفة مما يجعل النبات غير قادر على النمو بصورة جيدة .

ب . الجينات المتسلسلة : وهي التي لاتسبب ضرراً سلبيا على النبات وتكون باعداد كبيرة وعلى شكل سلسلة على موقع جيني معين ، مثل A_1 و A_2 و A_3 ... الخ ، فاذا اجتمع جينان مثل A_1A_1 على موقع جيني معين فان ذلك الفرد يكون حاصله اقل من الفرد ذي التركيب A_1A_2 ، او A_1A_3 ، حيث كلما ازداد التباعد الوراثي بين الجينات كان تأثيرها في قوة الهجين اكثر والعكس صحيح وحيث ان هذه الجينات تكون على شكل سلسلة عديدة الجينات فاننا نتوقع ان الافراد الهجينية التي تحوي مثل هذه التراكيب لايمكن تثبيت صفاتها في الاجيال اللاحقة ، وبذا فان هذه النظرية تعتبر من بين النظريات المقبولة الى حد ما في تفسير بعض جوانب قوة الهجين في الاقل الى جانب نظرية التغلب والتغلب الجزئي للجينات المفضلة المتلازمة .

٦ ـ فوق التغلب **Over-dominance**

يمكن اعتبار هذه النظرية امتداداً لنظرية الاليلات المتعددة التي اوردها (East)وقد كانت فكرة **Shull** في تعريف قوة الهجين بانها ناتجة من فوق التغلب ، الا ان ايا من الابحاث والدراسات لم تؤكد ان قوة الهجين ناتجة من تأثير فوق التغلب على الرغم من كون بعض الحالات تبدو بتفسيرها انها ناتجة من تأثير هذه الحالة .

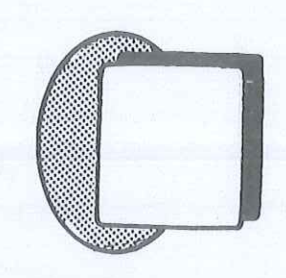
٧ ـ تأثيرات الجين الاضافية **Additive gene effects**

اعتقد البعض ان قوة الهجين قد تنتج من تجمع جينات في الفرد الهجين بحيث يكون مفعولها اضافيا ، اي انه اذا اتجمعت جينات من نوع معين ذات تأثير اضافي فان قوة الهجين تظهر في افراد ذات التركيب الوراثي ، الا ان هذه الحالة لاتبدو سليمة ابداً لانه لو كان الامر كذلك لامكن انتاج افراد هجينة يمكن المحافظة على تراكيبها الوراثية من جيل لاخر .

٨ ـ السايتوبلازم **Cytoplasm**

ابدى بعض الباحثين رايا يقول ان قوة الهجين ناتجة من تأثير السايتوبلازم ونفس الاسلوب الذي زعمه انصار نظرية المظاهر الوظيفية وتأثيرات السايتوبلازم كلها محكومة بتأثير الجينات وعليه فان هذه النظرية تعتبر ضعيفة في تفسير قوة

الهجين لان نتائج الابحاث اشارت الى أنه بصورة عامة للسايتوبلازم تأثير ضئيل على الصفات واحياناً لاتأثير له وهذا يبدو واضحا على سلالات الذرة الصفراء ذات التضريب المتبادل حيث يتشابه افراد اللقائح الناتجة من AxB مع BxA مشيرة بذلك الى قلة تأثير السايتوبلازم بما يتعلق بانتاج الهجن وتفسير قوة الهجين .



الفصل الثاني عشر

انتاج الهجن من السلالات النقية

- انتاج السلالات .
- التنبوء بحاصل الهجين الزوجي .
- احتساب درجة التهجن .
- اختبار السلالات لقابلية الاتحاد .
- انتاج البذور المصدقة .

انتاج السلالات :

السلالة النقية (inbred line) هي الذرية المتماثلة الجينات في تركيبها (نباتات او بذور) والناتجة من التلقيح الذاتي لعدة اجيال . ان السلالات النقية ذات قابلية الاتحاد الجيدة اذ ضربت مع بعضها فان ناتج الجيل الاول (F_1) منها يعطي الهجين (hybrid) الذي يمتاز بزيادة حاصلة متفوقاً على افضل آبائه ، كما انه يمتاز بمواصفات اخرى مثل التحمل للظروف القاسية من حرارة وجفاف وغيرها اي انه اكثر استقراراً وثباتاً في الحاصل من السلالات ومن الاصناف المفتوحة التلقيح او التركيبية (synnthetics) او المركبة (composites) . ان انتاج السلالات هو الخطوة الاولى الاساسية لانتاج الهجن او الاصناف التركيبية او المركبة .

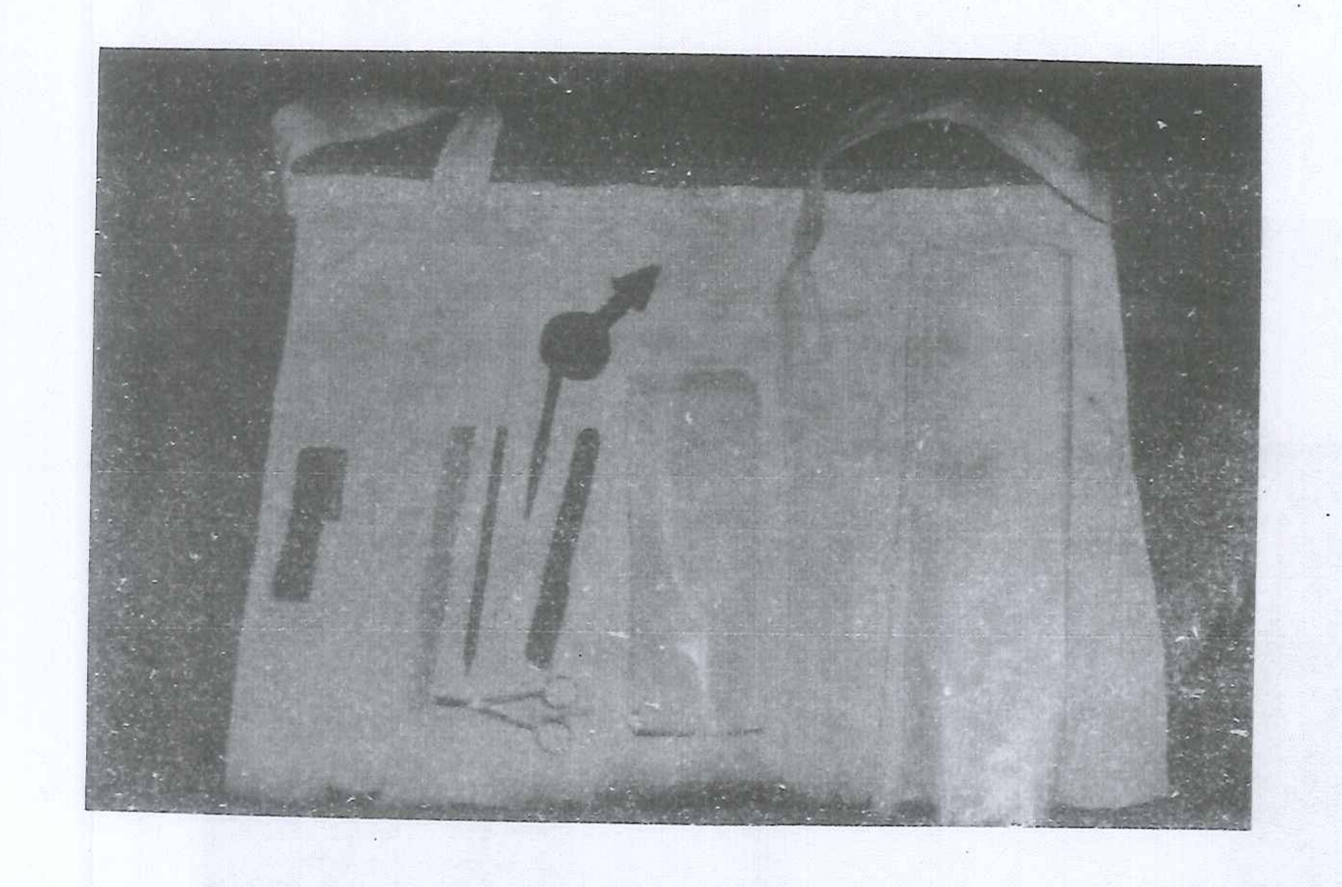
تنتج السلالات عادة اما بتحسين سلالات سابقة بطرق التحسين المعروفة على السلالات او من التلقيح الذاتي لعدة اجيال (٥ ـ ٦) اجيال لنباتات جيدة من هجن فردية او ثلاثية او رباعية الاباء او من اصناف مفتوحة التلقيح

(open-pollinated cultivars) او من اصناف تركيبية او مركبة وعادة في كل جيل من التلقيح الذاتي يجري الانتخاب على نباتات السلالات لإنتخاب افضلها في الحاصل وقابلية الاتحاد والمقاومة للامراض والحشرات والاضطجاع وغير ذلك . ان الحصول على سلالة نقية يستوجب انتخاب نباتات جيدة بعد كل تلقيح ذاتي ثم يؤخذ عرنوص من كل نبات منتخب ويزرع لوحده في خط ويعاد الانتخاب عليه مرة اخرى ويلقح ذاتياً ثم يزرع ويعاد الانتخاب والتلقيح الذاتي وهكذا حتى الحصول على نباتات متماثلة الجينات (homozygous) بعد ٥ ـ ٦ أجيال وحسب النقاوة التي يقتنع بها مربي النبات وبذا يكون في برنامج انتاج السلالات مجموعة كبيرة جداً من السلالات تحتاج الى غربلة (screening) حيث تحفظ السلالات الجيدة وتهمل الضعيفة . لقد كان انتاج السلالات قبل عام ١٩١٨ غير مشجع لانتاج الهجن بصورة تجارية بسبب كون بذور السلالة النقية قليلة حتى جاء Jones عام ١٩١٨ واقترح انتاج الهجين المزدوج (double cross) بدلاً من الهجين الفردي (single cross) فاصبحت البذور التي ينتجها المربي يحصل عليها من نباتات الجيل الاول للهجين الفردي بدلا من النقية وبذا اصبحت البذور كافية للزراعة وانتاج الهجن الزوجية منها وانتشرت بعد ذلك الهجن الزوجية بصورة تجارية وعلى نطاق واسع .

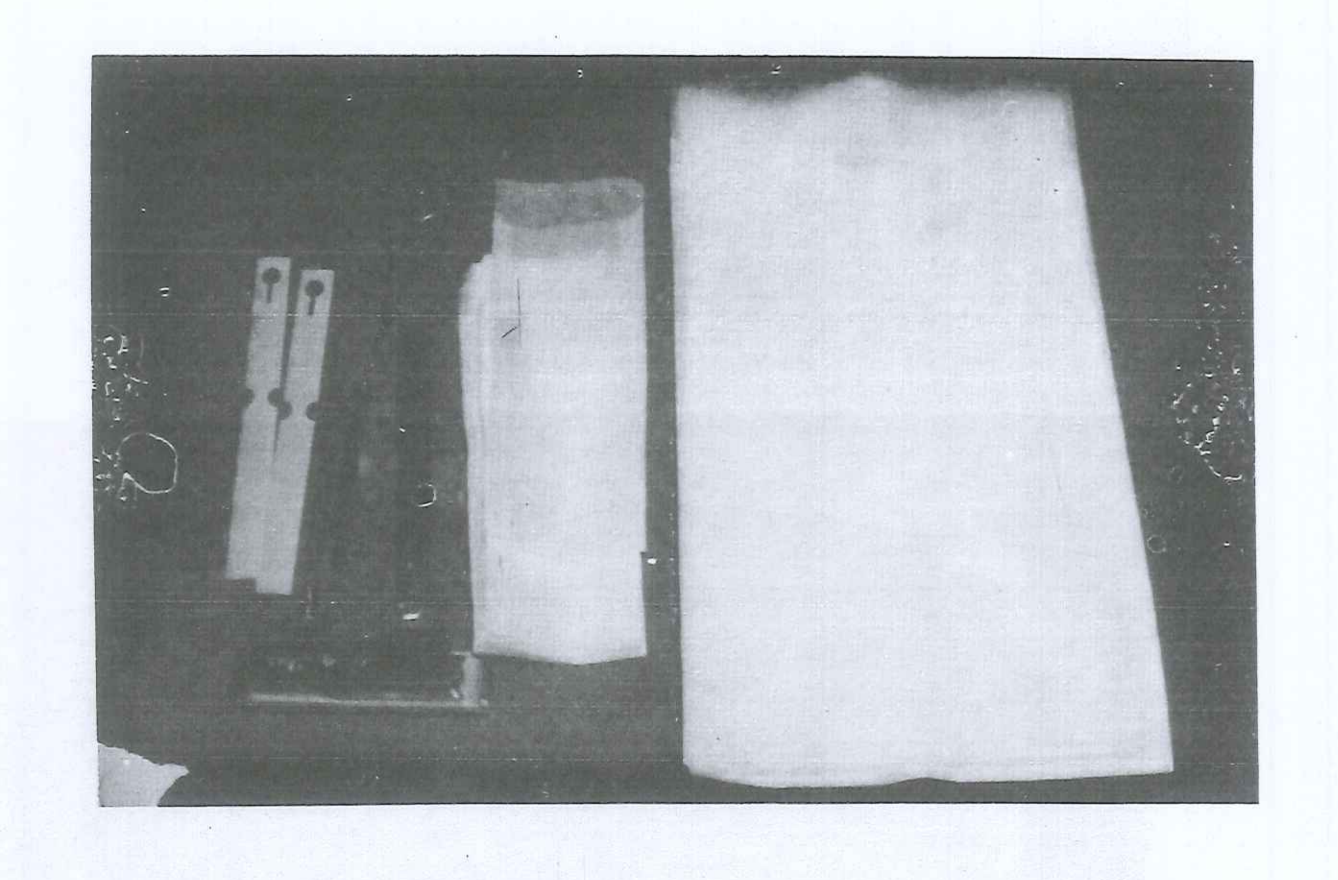
ان الهجن الجيدة بصورة عامة تزيد في حاصلها في الاقل بمعدل ٢٠ ـ ٢٥ ٪ على افضل الاصناف التركيبية او المركبة او المفتوحة التلقيح الشائعة في المنطقة ، واحياناً تصل الزيادة الى معدل ٣٠ ـ ٤٠ ٪ وحسب غزارة قوة الهجين التي يوفق اليها مربي النبات . يمكن تلخيص خطوات انتاج السلالة النقية وانتاج الهجن منها بالاتي : ـ

١ ـ الحصول على بذور من صنف مفتوح التلقيح او تركيبي او مركب جيد او من هجين فردي او ثلاثي ورباعي وزراعتها حسب الطرق التقليدية المستخدمة في انتاج محصول الذرة الصفراء .

٢ ـ انتخاب نباتات معينة حسب خبرة المربي باعتماد المظهر الخارجي فيما يتعلق بالحاصل العالي ومتانة الساق والمقاومة للامراض والحشرات الشائعة في المنطقة والاضطجاع وغير ذلك واجراء التلقيح الذاتي الذي يتم بتغليف النورة الذكرية للنبات منذ تفتح متوك الثلث العلوي لها ، وفي نفس الوقت تغلف النورات الانثوية او ما يسمى بالحريرة (silk) قبل خروجها من غلفتها ، وربما تخرج الحريرة بكمية كافية تستحق التلقيح لجمع حبوب اللقاح داخل كيس النورة الذكرية (tassel bag) (الاشكال ١٢ـ٢ او ٢ و٣)



شكل ١٢ ـ ١ الصدرية الخاصة بمربي النبات التي يضع فيها مستلزمات التلقيح .



شكل ١٢ ـ ٢ . بعض مستلزمات التلقيح التي يستخدمها مربي النبات في حقل الذرة الصفراء الى اليمين الكيس الكبير الخاص بتغليف النورات الذكرية والصغير الى يسار لتغليف النورات الانثوية ثم مقص وسكين والة تثبيت الاوراق وعلامات وقلم .



شكل ١٢ ـ ٣ تغليف السنورات الذكرية بالاكياس الخاصة عندما يكون هناك حوالي ثلث النورة الذكرية العلوي قد اطلق متوكه وان هناك نورة انثوية جاهزة لاستقبال حبوب اللقاح ومغلفة بالكيس الخاص في نفس الوقت كي تنقل الحبوب اليها في اليوم التالي من تغليف النورة الانثوية .

وعادة يكون ذلك في الصباح في حدود الساعة التاسعة صباحاً والى الساعة الثانية عشرة (افضل وقت) ثم تنثر حبوب اللقاح على الحريرة بعد رفع الكيس عنها (shoot bag) وتغلف بكيس النورة الذكرية وتثبت بالدبوس وتترك لحين النضج (شكل ١٢ ــ ٤ و ٥) حيث تجمع البذور لاعادة زراعة الجيدة منها ي الموسم اللاحق وتعاد هذه العملية لعدة اجيال كما اسلفنا .



شكل ١٢ ــ ٤ النورات الانثوية التي يجب تغليفها بالكيس في مثل هذه المرحلة (قبل انطلاق الحريرة) ثم حينما تظهر الحريرة وهي داخل الكيس نقوم بتغليف النورة الذكرية بالكيس الخاص بها والتي تكون عادة جاهزة للتغليف لأنها تتفتح قبل النورة الانثوية ببضعة ايام .



شكل ١٢ ـ ٥ جانب من حقل التربة في قسم علوم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة/ جامعة بغداد تظهر فيه النورات الانثوية وقد لقحت وغلفت بالكيس الخاص بالنورة الذكرية بعد رفع الكيس الصغير الخاص بها ، وتترك على هذا الحال حتى النضج .

٣ ـ يستمر التلقيح الذاتي والانتخاب عادة الى الجيل الثالث حيث يمكن تقويم السلالات في هذه المرحلة بالتلقيح القمي (top crossaing) وهذه الطريقة المبكرة في الاختبار تسمى (early generation testing) وهي مفيدة لتوفير الوقت والجهد الذي يبذل على انتاج السلالات لغاية الجيل السادس فاذا كان حاصل السلالة الناتج من تلقيحها مع الفاحص (tester) الذي يكون عادة صنفاً مفتوح التلقيح (لأنه يكون ذو قاعدة وراثية واسعة (broad genetic base) عالياً اي اعلى من متوسط حاصلات جيل التلقيح القمي للسلالات x الفاحص فان تلك السلالة تؤخذ وتهمل السلالة ذات التلقيح الواطيء الحاصل ثم يستمر برامج التلقيح الذاتي والانتخاب على السلالات الجيدة (على البذور الاصلية المحفوظة) لغاية الجيل السادس عادة .اذا كان حقل التربية معزولاً عن حقول اخرى مز الذرة الصفراء فيمكن ازالة كافة النورات الذكرية من نباتات السلالات (detasseling)

ويزرع الفاحص بخط واحد بين كل خطين من السلالات للتلقيح الطبيعي اما اذا كان ذلك غير ممكن وكان هناك حتال وجود مصدر من حبوب تفاح ذرة صفراء (من اي نوع) على بعد ٢٠٠ متر فالافضل اجراء التلقيح القمي باليد كل نبات على انفراد وهي عملية متعبة اكثر من الحالة الاولى.)

٤ ـ تزرع بذور السلالات الجيدة (المنتخبة على اساس حاصل التلقيح القمي (وقد تكون عشر سلالات او عشرين او أي عدد مناسب اخر تم يجري التلقيح لكافة الاحتالات فيا بينها(diallel crossing) واستعال الاكياس للتغليف كالمعتاد ثم تجمع البذور من كل نبات ملقح.

٥ ـ تزرع كافة بذور اللقائح الناتجة في الخطوة الرابعة وتقارن حاصلاتها وتستخرج قابلتي الاتحاد العامة والخاصة والتي تهم المربي في هذه الحالة هي قابلية الاتحاد الخاصة التي يعول عليها في انتاج الهجن التجارية ، والسلالات التي تتميز بقابلية اتحاد خاصة جيدة هي التي تدخل في برنامج انتاج الهجن الفردية او الثلاثية او الرباعية (الزوجية).

ان التلقيح الذاتي او القمي او بكافة الاحتالات لايجري في نفس اليوم من التغليف لان حبوب اللقاح في النورات الذكرية قد تكون مختلطة مع حبوب لقاح أخرى غير مرغوبة وبذا تغلف النورات بالاكياس وتترك الى اليوم التالي حيث تموت حبوب اللقاح القديمة وتبقى في اليوم التالي حبوب اللقاح الجديدة الفعالة الناتجة من ذلك النبات المرغوب وتنقل كما اسلفنا الى الحريرة بضرب النورة الذكرية المغلفة بالكيس عدة مرات باليد فتسقط ملايين من حبوب اللقاح وتجمع وتنقل على النورة الانثوية الجاهزة لاستقبال هذه الحبوب وحدوث التلقيح والاخصاب. ان طرق التلقيح الذاتي الشائعة والفعالة هي اربع ، الاولى التي تم شرحها والتي يغلف فيها كل من النورتين الذكرية والانثوية على انفراد ويجري تلقيحها في اليوم التالي او الذي يليه ، وهي شائعة الاستعال والطريقة الثانية/ تتم بقطع النورة الذكرية ووضعها في قنينة صغيرة فيها ماء مجاوراً للحريرة ويغلف الاثنان سوية في كيس واحد ، وهي محدودة الاستعال ، اما الطريقة الثالثة فهي تغليف كافة اجزاء النبات بكيس من الململ منذ بداية ظهور النورة الانثوية (وقبل انطلاق الحريرة منها) وتترك الى نهاية الموسم حيث تسقط حبوب اللقاح عليها من نفس النورة الذكرية للنبات ويحدث التلقيح الذاتي ، وهي طريقة صعبة نسبيا سيما اذا اجريت على نباتات كبيرة العدد ، اما الطريقة الرابعة فهي التي اوردها Elsahookie ، ١٩٨٢ والمساة (bended tassel) حيث يتم ثني النورة الذكرية دون قطعها فوق النورة الانثوية ويغلفان بنفس الكيس المستخدم في

الطريقة الاولى (tassel bag) وتترك للتلقيح الذاتي (اي دون الحاجة لتغليف النورتين على انفراد ثم اعادة كشفها واجراء التلقيح الذاتي). وقد اثبتت هذه الطريقة فعاليتها في انتاج نسبة عالية جداً من الخصب التي تنتج عدداً كبيراً من البذور على العرنوص الواحد وهذا يمكن الباحث من الحصول على بذور ذاتية التلقيح باعداد تكفي للزراعة في الجيل المقبل.

بعد تقويم السلالات بالتلقيح القمي وكذلك بالتلقيح بكافة الاحتمالات يكون المربي قد حصل على مجموعة من السلالات ذات قابلية الاتحاد الخاصة الجيدة، فلو افترضنا حصول المربي على عشر سلالات جيدة فان مجموع الهجن الفردية الممكن الحصول عليه من هذه السلالات العشر يمكن استخراجه بالمعادلة التالية (ع = عدد السلالات).

$$\text{عدد الهجن الفردية} = \frac{\text{ع (ع} - \text{١)}}{\text{٢}}$$

$$= n\,(n-1)\ /2$$

$$= \frac{\text{١٠} \times \text{٩}}{\text{٢}} = \text{٤٥ هجيناً فردياً}$$

اما اذا كانت الهجن المطلوب انتاجها زوجية (ذات اربع آباء) فيمكن استخراج عددها بالمعادلة التالية (من نفس السلالات العشر):

$$\text{عدد الهجن الزوجية} = \frac{\text{ع (ع} - \text{١) (ع} - \text{٢) (ع} - \text{٣)}}{\text{٨}}$$

$$= n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)\ /\ 8$$

$$= \frac{\text{١٠} \times \text{٩} \times \text{٨} \times \text{٧}}{\text{٨}} = \text{٦٣٠ هجيناً زوجياً}$$

إن عدد الهجن الفردية والزوجية الناتجة من السلالات العشر المذكورة لايدخل ضمنها عدد الهجن الناتجة بالتضريبات المعاكسة اي ان الهجين آ × ب اعتبر مشابها للهجن ب × آ وكذلك الهجين (آ × ب) × (جـ × د) اعتبر مشابها للهجين (جـ × د) ×

(آ × ب) وهذا مايسمى بالتلقيحات او التضربات المتبادلة (Reciprocal crosses) .

التنبوء بحاصل الهجين الزوجي :

يعتبر التنبوء بحاصل الهجين الزوجي احد الطرق المفيدة في معرفة هذه الهجن دون الحاجة الى انتاجها بالتضريب وزراعتها واختبار حاصلها ، فمثلاً لو كانت لدينا السلالات العشر الآنفة الذكر فان عدد الهجن الفردية الممكن انتاجه منها هي ٤٥ هجيناً فردياً وهذه الهجن الفردية نفسها يمكن ان تنتج منها ٦٣٠ هجيناً زوجياً كما اسلفنا ، وحيث ان حاصلات الهجن الفردية متوفرة لدينا من التلقيحات بكافة الاحتمالات فان المطلوب منا الان هو استخدام حاصلات هذه الهجن الفردية لمعرفة افضل الهجن الزوجية الممكن انتاجها منها ، فمثلاً لدينا الهجن الفردية العالية الحاصل (آ × ب) و (جـ × د) ونريد ان نعرف هل ان الهجين الزوجي منها (آ × ب) و (جـ × د) هو ذو حاصل عال ام لا ، نأخذ حاصل الهجن الفردية الناتجة من تضريب الاباء غير الداخلة في الهجين الزوجي وهي (آ × جـ) ، (آ × د) و (ب × جـ) و (ب × د) ونقسم حاصلاتها على ٤ (عدد الهجن الزوجية) ، فان الحاصل الناتج من قسمة معدل حاصلات هذه الهجن الفردية يساوي حاصل الهجين الزوجي (آ × ب) × (جـ × د) ، وهكذا يمكن بهذه الطريقة البسيطة معرفة حاصلات كافة الهجن الزوجية الممكنة الاخرى واختيار افضلها للانتاج التجاري .

لقد وجد Kiesselbach (١٩٣٠) ان حاصلات الهجن الزوجية الناتجة من تلقيح افراد الجيل الثاني او الثالث الناتجة من الهجن الفردية مساوية لحاصلات الهجن الزوجية الناتجة من تلقيح افراد الجيل الاول من نفس الهجن الفردية بشرط عدم وجود انتخاب على النباتات يغير التركيب الوراثي لمجموعة الجينات الموجودة في تلك النباتات . كما وجد Richey وآخرون (١٩٣٤) ان زراعة بذور الجيل الثاني الناتجة من الهجن الزوجية تؤدي الى انخفاض في الحاصل بمعدل ١٥٪ من قوة الهجين لحامل الجيل الاول لذلك الهجين ، اما Neal (١٩٣٥) فقد اوضح ان زراعة بذور الجيل الثاني للهجن الزوجية والثلاثية والفردية ، تؤدي الى انخفاض في الحاصل مقداره ٢٦٪ و ٣٦٪ و ٤٨٪ من قوة الهجين ، لحاصل تلك الهجن ، على التوالي . من الناحية التطبيقية تعتبر الاجيال المتأخرة (الجيل الثاني

او الثالث) الناتجة من زراعة بذور الجيل الثاني والثالث هي بمثابة اصناف تركيبية ولكن بعدد اقل من السلالات الداخلية في تركيبها .

احتساب درجة التهجن :

من المعلوم ان السلالات الداخلة في برامج التربية لانتاج الهجن لاتصلح كلها لانتاج الهجن تجارياً وعليه فانه من الضروري اختبار درجة التهجن في افراد الجيل الاول الناتجة من تضريب السلالات النقية . ان السلالات التي تمتلك قابلية اتحاد خاصة جيدة هي وحدها التي تصلح لانتاج الهجن التجارية ، وهذه السلالات تختلف كذلك فيما بينها في انتاج هجن فردية ذات درجة تهجن تصلح للاستفادة منها ، فيمكن استخدام المعادلة البسيطة التالية لمعرفة درجة التهجن (heterosis) :

$$\text{Heterosis } \% = \frac{\bar{F}_1 - \bar{M}P}{\bar{M}P} \times 100$$

حيث يمثل $\bar{F}_1$ معدل حاصل الهجين في الجيل الاول و ($\bar{M}P$) معدل حاصل السلالتين الداخلتين في انتاج ذلك الهجين ، ومن المعادلة يمكن ملاحظة ان درجة التهجن هذه يمكن ان تكون موجبة او سالبة في بعض الهجن الواطئة الانتاج حيث يكون معدل حاصلها في الجيل الاول اقل من معدل حاصل السلالتين ان هذه المعادلة تقيس درجة التهجن بصورة عامة موجبة كانت ام سالبة ، اي انها غير مخصصة لفحص الهجين لمعرفة قوة الهجين (hybrid vigor) التي عبر عنها الباحثان Laosuwan و Atkins (١٩٧٧) باصطلاح ((hetrobeltiosis)) التي احتساها بالمعادلة التالية : –

$$\text{heterobeltiosis } \% = \frac{\bar{F}_1 - \bar{H}P}{\bar{H}P} \times 100$$

حيث تمثل $\bar{F}_1$ معدل حاصل الجيل الاول و $\bar{H}P$ معدل حاصل اعلى الابوين الداخلين في انتاج ذلك الهجين ، وبذا تكون هذه المعادلة هي التي تفي بالغرض في احتساب قوة الهجين في الهجن التجارية لانها تعتمد على الفرق بين معدل حاصل ال الجيل الاول ومعدل اعلى الابوين منسوبا الى معدل حاصل اعلى الابوين . ان احتساب مقدار قوة الهجين في هذه الحالة مشابه لاحتساب مقدار التدهور نتيجة التلقيح الداخلي (inbreeding depression) ولكن بصورة معكوسة وحسب

المعادلة التالية التي تعتمد على الفرق بين معدلي حاصلي الجيلين الاول والثاني منسوبا الى معدل حاصل الجيل الاول : –

$$\text{inbreeding depression } \% = \frac{\bar{F}_1 - \bar{F}_2}{\bar{F}_1} \times 100$$

$$\text{or} = 1\cdot0 - \frac{\bar{F}_2}{\bar{F}_1}$$

اختبار السلالات لقابلية الاتحاد :

يقصد بتعبير قابلية الاتحاد (compbining ability) بصورة عامة قابلية السلالة على نقل صفاتها الجيدة الى هجينها الناتج من اتحادها (تزاوجها) مع سلالة او هجين اخر باعطائه حاصل عال . ان اختبار قابلية الاتحاد اساسية لتقويم السلالات لغرض تحديد قابليتها وصلاحيتها لانتاج هجن اقتصادية متفوقة الحاصل او الصفة المطلوبة . تشمل قابلية الاتحاد نوعين هما :

آ – قابلية الاتحاد العامة General Combining Ability (GCA)
ب – قابلية الاتحاد الخاصة Specific Combining Ability (SCA))

ان قابلية الاتحاد العامة تعبر عن قابلية السلالة على انتاج هجن متفوقة منها بتزاوجها مع سلسلة من السلالات وبالمقارنة مع معدل حاصلات لقائح السلالات بكافة الاحتمالات اما قابلية الاتحاد الخاصة (وهي المهمة والاساسية لمربي النبات لانتاج الهجن) فانها تعبر عن قابلية السلالة على انتاج هجين متفوق منها بتزاوجها مع سلالة معينة وبالمقارنة مع معدل حاصل لقائح تلك السلالة مع مجموعة السلالات (وليس مع كافة لقائح السلالات) .

لفرض ايضاح معنى قابليتي الاتحاد العامة والخاصة يمكن ان نتصور ان لدينا ست سلالات من محصول الذرة الصفراء وان هجن السلالة (١) الناتجة من تضريب هذه السلالة مع السلالات ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ قد اعطت معدل حاصل اعلى من المعدل العام لكافة اللقائح فيقال عندئذ عن السلالة (١) انها ذات قابلية اتحاد عامة جيدة ، وفي نفس الوقت لو كان الهجين (١ × ٢) قد اعطى معدل حاصل اعلى من معدل هذه الهجن الخمسة فان السلالة (١) يقال عنها انها ذات قابلية

اتحاد خاصة جيدة . عادة تكون السلالات المتباعدة وراثيا (genetically unrelated) ذات قابلية اعلى لاعطاء هجن عالية الحاصل علما بان هناك شذوذاً لهذه القاعدة فمثلا هناك الهجين الامريكي (Kansas 2234) انتج من سلالات مشتقة من الصنف المفتوح التلقيح (Pride of saline) والتي هي K41 و K55 و K64 و K65 واعطى حاصلا عاليا .

اذا كانت اعداد السلالات الداخلة في الاختبار كبيرة فانه لابد من اختبارها لقابلية الاتحاد العامة اولا عن طريق زراعتها وزراعة صنف فاحص (Taster) يكون عادة مفتوح التلقيح أو تركيباًاو هجيناًحيث يزرع لكل خط من الفاحص خطان من السلالات او ثلاثة وتترك اما للتلقيح العشوائي الطبيعي بعد ازالة النورات الذكرية من السلالات او ان تغلف النورات الانثوية للسلالات وتلقح باليد من حبوب لقاح الفاحص وتغلف بالاكياس الورقية الخاصة . في نهاية الموسم تؤخذ البذور المتكونة على السلالات وتزرع في الموسم اللاحق ويختبر حاصلها والسلالة التي تعطي بذورها الناتجة بتضريبها مع الفاحص حاصلا اعلى من معدل حاصل كافة اللقائح مع الفاحص تكون ذات قابلية اتحاد عامة جيدة ، وبهذه الطريقة يمكن عزل السلالات الجيدة واستبعاد كافة السلالات التي لم تعط بذورها حاصلا عاليا حيث تعود مرة اخرى الى بذور السلالات الاصلية ونزرعها في خطوط ويجري التضريب بين نباتات السلالات بكافة الاحتمالات (diallel cross) للحصول على الهجن ثم في نهاية الموسم اللاحق لمقارنة حاصلاتها ومعرفة افضلها في اعطاء الهجن المتفوقة . ان عملية الاختبار الاخيرة (التضريب بكافة الاحتمالات) يمكن من خلالها قياس قابلية الاتحاد العامة مرة اخرى للسلالات المتفوقة وكذلك قابلية الاتحاد العامة مرة اخرى للسلالات المتفوقة وكذلك قابلية الاتحاد الخاصة التي تهم مربي النبات بالدرجة الرئيسية كما اسلفنا . لقد كان Davis (١٩٢٧) اول من ابتكر طريقة التلقيح القمي هذه وقد اعطى الباحثان Jenkins و Brunson (١٩٣٢) تفاصيل اكثر حول استخدام هذه الطريقة على سلالات الذرة الصفراء . لقد وجد ان الارتباط (r) بين حاصل اللقائح الناتجة من تضريب السلالات مع الفاحص وحاصل هجن السلالات فيما بينها يتراوح بين ٠,٥٣ – ٠,٩٠ وان عشرة نباتات من كل هجين تكفي لتقويم الحاصل لتلك الهجن لدى انتاجها من التضريب لكافة الاحتمالات (Allard ، ١٩٦٠) .

ان موعد اختبار السلالات او التراكيب الوراثية لقابلية الاتحاد يختلف باختلاف الهدف والتركيب الوراثي المتوفر لقد ذكر باحثون عديدون ان اختبار الجيل الوراثية في المراحل الاولى (early generation testing) مفيد جداً للتخلص من الجيل الوراثية الضعيفة وامساك الجيل الوراثية التميزة ، فبعد ان

تنتخب نباتات متفوقة من صنف مفتوح التلقيح مثلا لغرض انتاج السلالات وبالاعتماد على المظهر الخارجي يمكن ان يختبر حاصل هذه النباتات مباشرة بمعرفة حاصلها بعد تلقيحها بالفاحص او بعد تلقيحها ذاتيا لجيل واحد ثم تلقيحها بالفاحص وهو الافضل . اما اذا كانت النباتات هجينة فلابد من تلقيحها بالفاحص وهو الافضل . اما اذا كانت النباتات هجينة فلابد من تلقيحها ذاتيا لجيل واحد في الاقل ثم تختبر قميا ويختبر حاصل نباتات التلقيح القمي بمقارنة حاصلاتها فتهمل واطئة الحاصل وتؤخذ العالية الحاصل حيث تستمر عملية التلقيح الذاتي للتراكيب المتفوقة لخمسة او ستة اجيال لغرض انتاج السلالات ، اما اذا كانت السلالات جاهزة من مصدر اخر فيمكن اما اخبارها بالتلقيح القمي اذا كانت كبيرة العدد او بالتضريب بكافة الاحتمالات اذا كانت بعدد يسمح بالتضريب .

لقد وجد Green (١٩٤٨) ان قابلية الاتحاد هي صفة موروثة وبذا يمكن الاستفادة بدرجة كبيرة من بذور الهجن المتفوقة الحاصل لانتاج سلالات جيدة منها ، الا انه عادة يصعب انتاج سلالات من الهجن افضل من السلالات الاباء الداخلة في تركيب ذلك الهجين لكنها قد تساويها .

ربما يكون Sprague و Tatum (١٩٤٢) اول من درسا طريقة استخراج قابلية الاتحاد باعتماد التغاير (variance) وهي طريقة مطولة نسبيا وقد اوضحها Elsahookie واخرون ، ١٩٨٣ ، وآثرنا ان نوضح هنا طريقة اخرى ابسط منها تختلف باختلاف طريقة التزاوج المتبعة في الاختبار .

ان حاصل الهجين (X_{AB}) يرتبط بالمعادلة التالية بمعدل الحاصل العام للقائح ($\bar{X}$) وقابلية الاتحاد العامة GC_A للاب (A) وقابلية الاتحاد العامة GC_B للاب (B) وقابلية الاتحاد الخاصة للابوين (SC_{AB}) .

$$X_{AB} = \bar{X} + GC_A + GC_B + SC_{AB}$$

وتحلل البيانات احصائياً كالمعتاد حسب التصميم المناسب ويؤخذ الانحراف المعياري (standand deviation) مقياساً لأهال او امساك تلك السلالة مع ملاحظة ان السلالة المنتخبة يجب ان يكون حاصلها افضل من حاصل الصنف الجيد او الهجين الشائع في المنطقة من ذلك المحصول .

يمكن ان يتم تحليل قابلية الاتحاد العامة على عدة طرق من التزاوج تختلف طريقة حسابها باختلاف طريقة التزاوج المتبعة في البرنامج وعلى اساس ان مجموع التغايرات في معدلات حاصل اللقائح كافة يساوي صفراً وكما معبر عنه في المعادلة التالية :

$$GC_A = GC_B + GC_C + GC_D \ldots etc = O$$

واستناداً الى ذلك وباعتماد عدد معين من السلالات (N) فان طرق التزاوج بين السلالات لحساب قابلية الاتحاد يمكن ان توضح بالاتي بعد معرفة الرموز المستخدمة في الزواج (Simmonds ، ١٩٨٢) :

سلالات الام			سلالات الاب		total
	A	B	C	D	
A	AXA	AXB	AXC	AXD	TA
B	BXA	BXB	BXC	BXD	TB
C	CXA	CXB	CXC	CXD	TC
D	DXA	DCB	DXC	DXD	TD
total	$\bar{T}_A$	$\bar{T}_B$	$\bar{T}_C$	$\bar{T}_D$	Grand Total (T)

طريقة الحساب	طريقة التضريب
1. $GC_A = \frac{TA + \bar{TA}}{2N} - \frac{T}{N^2}$	NXN. Complete diallel crossing

يدخل ضمنها التلقيح الذاتي (selfing)
والتضريبات المتبادلة (rec i procals)

2. $GC_A = \frac{TA + \bar{TA}}{N + 2} - \frac{2T}{N(N+2)}$ half diallel no reciprocals) $N \times N - (N)(N-1)/2$

3. $GC_A = \frac{TA + \bar{TA}}{2(N-2)} - \frac{T}{N(N-2)}$ reciprocals only (no parents) diagonal missing N (N-1)

4. $GC_A = \frac{TA}{N-2} - \frac{2T}{N(N-2)}$ half diallel no parens, no reciprocals N (N-1) /2

أن هذه الطريقة تمثل معظم الحالات الشائعة في التضريبات لمثل هذه الدراسة .

5 . GC_A (Males) (M) $= \frac{TA}{F} - \frac{T}{FM}$ Two groups mating = Males X Females combinations

GC_A (Females) (F) $= \frac{TP}{M} - \frac{T}{FM}$

ويمكن ايضاح هذه الطريقة من التزاوج بالجدول التالي : ـ

لو افترضنا وجود سبع سلالات واردنا التضريب بينها بمجموعتين ، الاولى الاباء باربع سلالات (A و B وC و M و D) :

الآباء الامهات

	A	B	C	D	
P	PXA	PXB	PXC	PXD	TP
Q	QXA	QCB	QXC	QXD	TQ
R	RXA	RXB	RXC	RXD	TR
	TA	TB	TC	TD	Grand Total (T)

ونظراً لوجود مجموعتين من السلالات المتزاوجة فلابد من ايجاد قابلية الاتحاد للاباء بطريقة مغايرة لما للامهات وكما في المعادلتين التاليتين :

$$(A, B, C, D,) : GC_A = \frac{TA}{F} - \frac{T}{FM}$$

$$(P, Q, R,) : GC_P = \frac{TP}{M} - \frac{T}{FM}$$

وعلى اساس ان تغايرات السلالات الاباء تساوي تغايرات السلالات الامهات وتساوي صفراً وكما يلي :

$$GC_A + GC_B + GC_C + GC_D = 0 = GC_P + GC_Q + GC_R$$

ويمكن التأكيد هنا مرة اخرى ان قابلية الاتحاد العامة تمثل مقدار انحراف معدل حاصلات لقائح السلالة مع سلسلة السلالات عن المعدل العام لحاصل كافة اللقائح ، اما قابلية الاتحاد الخاصة فتمثل مقدار انحراف معدل حاصل لقاح

السلالة مع سلالة معينة عن معدل حاصل لقائح تلك السلالة مع سلسلة السلالات ، ولسوف نرى انه لدى استخراج قيمة الارتباط (r) بين القيم المتوقعة والقيم الواقعة (المشاهدة) لحاصلات اللقائح ان قيمة (r) اذا كانت عالية بينهما فذلك يعني ان قابلية الاتحاد العامة لها مشاركة اكبر من قابلية الاتحاد الخاصة في تغايرات الفروقات بين حاصلات اللقائح ، وعلى العكس يكون تغاير قابلية الاتحاد الخاصة صفيراً في هذه الحالة ، اما اذا كانت قابلية الاتحاد الخاصة ذات مشاركة اكبر في التغايرات بين حاصلات اللقائح فان قيمة (r) تكون واطئة . يمكن اخذ بيانات المثال التالي لمعرفة كيفية استخراج القيم السابقة بالارقام (جدول ١٢ ـ ١) :

جدول ١٢ ـ ١ عدد الصفوف للعرنوص في لقائح سلالات من الذرة الصفراء متزاوجة بمجموعتين آباء وامهات .

Females	Males					Row total	GCA values
	A	B	C	D	E		
P	10.1	19.7	20.5	10.7	10.7	71.7	+0.51
Q	14.1	18.4	22.5	15.1	12.9	83.4	+2.41
R	8.3	13.8	14.4	10.3	11.4	58.2	−2.55
Colum total	32.5	51.9	57.4	36.1	35.0	212.9	Grand mean
GCA values	−3.36	+3.11	+4.94	−2.16	−2.52		14.19

ولايضاح كيفية استخراج قابلية الاتحاد العامة لاية سلالة ناخذ على سبيل المثال السلالة A وتحسب قابلية الاتحاد لها كما يلي :

$$GCA = \frac{TA}{F} - \frac{T}{FM} = \frac{32.5}{3} - \frac{212.9}{3 \times 5} = -3.6$$

وهكذا يتم استخراج بقية قيم الاتحاد العامة بنفس المعادلة . اما قيم جدول تحليل التغاير للبيانات الواردة في الجدول السابق فيمكن اجمالها بالجدول ١٢ ـ ٢ .

جدول ١٢ ـ ٢ مصادر التغاير ومعدل المربعات لتحليل قابلية الاتحاد العامة

ANOVA Table

S.O.V	d.f	S.S	M.S
Males A-E	4	169.19	42.30
Females P-R	2	61.68	30.84
Remainder	8	27.49	3.44
Total	14	258.36	18.45

نلاحظ من الجدول ١٢ ـ ٢ ان مجموع التغاير (S.S) المتسبب عن تأثيرات الاباء والامهات = 0.894 وهو ناتج من قيمة :

$$\frac{61.68 + 169.19}{258.36}$$

وهذه القيمة (0.894) تمثل مقدار قابلية الاتحاد العامة للآباء والامهات . ولغرض رسم خط الارتباط بين القيم المتوقعة والواقعة للصفة المدروسة ، لابد من احتساب القيم المتوقعة اولا ولناخذ مثالا من جدول ١٢ ـ ١ قيم اللقيح (C × R) ونبين كيفية استخراج قيمة صفته المتوقعة :

$$R \times C \text{ observed value} = 14.4$$

$$RXC \text{ expected value} = GC_R + GC_C + \text{Grand mean}$$

$$= -2.55 + 4.94 + 14.19$$

$$= 16.58$$

وهكذا يتم استخراج بقية القيم المتوقعة لكافة اللقائح وبنفس الطريقة حيث تنتج لنا البيانات المدونة في الجدول ١٢ ـ ٣ .

وبعد استخراج هذه القيم يمكن رسم الخط المستقيم للارتباط بين القيم المتوقعة والواقعة وباعتاد نقطتين هما نقطة الاصل ومعدلي القيمتين المتوقعة والواقعة وكما في الشكل ١٢ ـ ٦ ثم يتم استخراج قيمة الارتباط حسب المعادلة المعروفة :

٤ ـ كانت افضل نتيجة للحصول على حاصل الذرة الصفراء وافضل مقاومة لنباتات الادغال عندما استخدمت عدة مبيدات ادغال مختلفة من سنة لاخرى ، مع استخدام غرفة عزقة واحدة حيث كان حاصل هذه المعاملة اكثر من المعاملة التي استخدمت فيها ثلاث عزقات بدون مكافحة بنسبة ٦٣٪ . هذا ويمكن ملاحظة ان ظهور بعض نباتات الادغال لدى استخدام نفس المبيد هو بسبب عدم تأثر بعض انواعها بذلك المبيد مع موت النباتات الاخرى التي كانت تنافسه اما انه تتكون نباتات ادغال مقاومة للمبيد من نفس النوع فذلك امر بعيد الحصول علمياً وتطبيقياً لان عملية التطور تحتاج الى اجيال عديدة بينما تتغير انواع المبيدات بدرجة كبيرة غير انه يحصل احياناً نوع من (الغربلة) لبعض نباتات الادغال تحت تأثير مبيد معين بفعل ما يسمى بالانتخاب الطبيعي (natural selection) يمكن القضاء عليها عن طريق تغيير المبيد . في حالة اعتماد الزراعة بالحد الادنى من الحراثة لابد من مكافحة الادغال قبل الزراعة ، وعادة تفضل مبيدات الادغال التي تعمل قبل بالملامسة مثل الكراموكسون (Gramoxone) والباراكوات (paraquat) غير اننا سوف نحتاج الى كميات كبيرة من الماء لرش المبيد بكمية تكفي لقتل نباتات الادغال النامية قبل زراعة الذرة الصفراء .

طرق اخرى لمقاومة الادغال :

١ ـ استخدام المايكرويف ((microwaves

ابتكرت منذ سنوات ماكنة خاصة تطلق اشعة المايكرويف وهي نفس الاشعة المستخدمة في افران الطبخ وهي فعالة لقتل كافة البذور والبادرات والحشرات والديدان الثعبانية . ما زال استخدام هذه الماكنة محدوداً نظراً لارتفاع كلفتها مقارنة مع العائدات المزرعية .

٢ ـ تغيير طور إنبات بذور الادغال

تمتلك العديد من بذور الادغال القابلية على مقاومة الظروف القاسية وذلك للحافظ على وجودها تكاثرها ، فمثلاً بذور نبات اللزيج (Cocklebur) تكون على ازواج في الثمرة الواحدة ، تنمو واحدة منها في الموسم الاول وتبقى الثانية للموسم الثاني لتنمو من جديد هناك انواع اخرى من الادغال لا تنمو الا اذا توفرت الظروف الجيدة لنجاح بادراتها وقد ابتكر بعض الباحثين طريقة لتحفيز هذه البذور على الانبات استخدام غاز الاثيلين (ethylene gas) حيث يحقن في التربة

ويساعد على انبات البذرة ثم تأتي الظروف غير المناسبة من جفاف او غير ذلك فتموت البادرات وبعدها يتم زراعة المحصول .

٣ ـ المكافحة البايولوجية

يقصد بالمكافحة البايولوجية استخدام كائنات حية ضد كائنات حية اخرى للقضاء عليها ، منها الحشرات والامراض وبعض افرازات هذه الكائنات (allelopathy) حيث تفرز بعض النباتات مواد ضارة لنباتات اخرى فتقتلها من الامثلة الشائعة على ذلك هو مقاومة احد انواع الصبير في استراليا المعروف باسم العرموط الشوكي (Prickly pear) باستخدام بعض الحشرات ، كما انه تم في عام ١٩٧٤ استخدام احد الفطريات لمقاومة احد نباتات الادغال من مجموعة الهرطمات التي كانت تنمو في حقول الرز في ولاية اركنزاس الامريكية .

٤ ـ استخدام اللهب

هناك مكائن بسيطة الاساس يمكن استخدامها لاطلاق اللهب الذي يمكن ان يوجه الى النباتات المقصورة لقتلها بحيث يتم التحكم بزاوية اللهب واتساع فتحته .

الحشرات والامراض

تنتشر بعض الحشرات والامراض على نباتات الذرة الصفراء (الاشكال ٧ ـ ١ وما بعده) منذ مراحلها الاولى من الانبات ولغاية مرحلة النضج والحصاد وما بعد الحصاد في المخازن . ان مراقبة الحقل واتخاذ التدابير اللازمة للوقاية والمقاومة امر ضروري للحصول على محصول جيد وذي نوعية عالية . سوف نتطرق في هذا الموضوع الى حصر عام لبعض الامراض والحشرات واعراض نقص العناصر التي قد تظهر على النبات اثناء مراحل النمو المختلفة وكما اوردها Aldrich واخرون ، ١٩٧٥ (جدول ٧ ـ ٢) .

لقابلية الاتحاد الخاصة فتشير الى الكفاءة العالية للسلالة في قدرتها على انتاج هجن متفوقة ، هذا فيما يتعلق بقيم الاتحاد الموجبة اما القيم السالبة فتدل دون تلك الى انخفاض كفاءة تلك السلالة دون المعدل العام وتعتمد قابلية الاتحاد الخاصة على التأثير الجيني التغلب (dominant) او التفوق (epistatic) .

انتاج البذور المصدقة :

ان عملية انتاج البذور المحسنة او المصدقة هي من بين العمليات الرئيسية والهامة في مجال التقدم الزراعي وزيادة الحاصل ، لأنها المرحلة العلمية والتقنية التي وصلها المختصون في تلك المنطقة الجغرافية ، ولايخفى على العاملين في هذا المجال ان هذه العملية تحتاج الى عمل فرقي متخصص يخضع الى مؤسسة او هيئة اوشركة معينة تأخذ على عاتقها اعتماد متخصصين في تربية النبات والوراثة والامراض النباتية والمكننة والحشرات والفسلجة والبيئة وتصميم وتحليل التجارب ويقوم كل فريق في هذا المجال بجهود معينة حسب تخصصه كما ومن الضروري ان تكون هناك فروع او محطات زراعية تابعة لهذه المؤسسة موزعة جغرافياً على بعض مناطق القطر لتقوم باختباراتها على صلاحية هذه البذور المنتجة من جهة بعد مقارنتها بما هو متوفر وشائع بالاضافة الى تأثيرها بدرجات خاصة من التجانس والنقاوة لبيعها على المستفيدين من جهة اخرى .

توجد في العالم شركات كبيرة متمرسة ومتخصصة في انتاج البذور المحسنة لمحاصيل مختلفة ، كما وتوجد لدى الدولة المعينة وكالات اخرى تصنع التشريعات الخاصة بتداول وانتاج البذور ، فمثلاً في الولايات المتحدة الامريكية يوجد العديد من الشركات المنتجة للبذور المحسنة ، الا انه وفي نفس الوقت تتعاون ثلاث جهات رسمية في انتاج الاصناف المحسنة اضافة لتلك الشركات وهي قسم الزراعة في الويلايات المتحدة (وهو يمثل وزارة الزراعة لدينا) ومحطة التجارب الزراعية في الولاية (وهي حلقة وصل بين الجامعة وقسم الزراعة) وكلية الزراعة في الجامعة . يقوم قسم الزراعة بالدرجة الرئيسية بوضع البرامج الخاصة بانتاج البذور المحسنة لاصناف المحاصيل وذات المدى التطبعي الواسع ، ثم توزع بذور هذه الاصناف على المحطات الزراعية المنتشرة في كل الولايات التابعة لغرض اجراء الاختبارات اللازمة على الصنف الجديد المنتج وبالتعاون مع كليات الزراعة ، حتى اذا اظهر ذلك الصنف صلاحية للزرعة في تلك الولاية او عدة ولايات تم تكثيره ونشر زراعته بعد حصول الموافقة على اطلاقه (release) صنفاً جديداً بمواصفات محددة .

رتب البذور المحسنة :

حددت وكالات انتاج البذور المحسنة رتب البذور باربع :

١ ـ بذور مربي النبات **(Breeder seeds)**

يقع ضمن هذه الرتبة جميع البذور او اجزاء التكاثر الخضرية التي انتجها مربي النبات والذي يمثل الجهة الوحيدة التي تمتلك هذه البذور وحق التصرف بها وتداولها . تكثر هذه البذور لانتاج الرتبة الثانية منها (بذور الاساس) .

٢ ـ بذور الاساس **(Foundation seeds)**

تنتج بذور هذه الرتبة من بذور المربي مباشرة وان تمتلك كافة صفاتها الوراثية ونقاوتها العالية وتنتج هذه البذور تحت اشراف المحطة الزراعية المتخصصة التي تأخذ على مسؤوليتها التفتيش الحقلي واجراء الدراسات والفحوصات المختبرية لتلك البذور لضمان احتوائها على الصفات الاصلية المعروفة والمحدودة لبذور الصنف . ان انتاج هذه البذور لابد ان يكون تحت اشراف وعمل دقيقين لأن هذه البذور هي مصدر البذور المسجلة والمصدقة التي تنتج منها .

٣ ـ البذور المسجلة **(Registered seeds)**

تنتج البذور المسجلة اما من زراعة البذور المسجلة ذاتها لاجل تكثيرها او من زراعة البذور الاساس على ان تبقى محتفظة بالمواصفات الوراثية التي تضمن انتاج البذور المصدقة منها ، هذا وقد تحذف هذه المرحلة من برامج انتاج بذور بعض المحاصيل .

٤ ـ البذور المصدقة **(Certified seeds)**

تنتج هذه البذور اما من زراعة بذور الاساس مباشرة (اذا حذفت رتبة البذور المسجلة) او من البذور المسجلة او من بذور مصدقة اخرى على ان تبقى محافظة على الصفات الوراثية للصنف ونقاوتها العالية . ان البذور المنتجة في هذه المرحلة تكون متشابهة المظهر بصورة جيدة ولا تحوي بذوراً من اي صنف اخر لنفس النوع او من انواع اخرى من المحاصيل . عندما توضع البذور حسب رتبها عالميا في اكياس تميز العبوات في الاكياس حسب لون معين ، فمثلا تستعمل العلامة

البيضاء التي توضع على الكيس لبذور الاساس او بذور المربي والعلاقة الوردية للبذور المسجلة والعلامة الزرقاء للبذور المصدقة ، وتستخدم احيانا نفس علامة البذور المصدقة (العلامة الزرقاء) على البذور الاساس والمسجلة شرط ان تذكر رتبة تلك البذور . هذا وتوجد مقاييس خاصة لانتاج هذه البذور توضح مواصفاتها من حيث النقاوة ونسبة الانبات وخلوها من الامراض والحشرات وعدد بذور الادغال المحتمل وجودها ... الخ .

انتاج بذور هجن الذرة الصفراء :

لايوجد راي واحد حول تحديد رتب البذور بالنسبة لمراحل انتاج بدور هجن الذرة الصفراء ، الا انه دون شك بذور السلالات هي بذور مربي النبات ، واذا كثرت وانتجت بكميات كبيرة لاختبار قابليتها لانتاج الهجن تصبح بذور اساس او بذورا مسجلة حسب درجة تكثيرها ودرجة نقاوتها التي يجب ان تمتاز بها حتى انتاج بذور الهجن منها . وعليه يمكن القول انه اذا انتجت بذور هجن الجيل الاول فتكون هي ممثلة للبذور المصدقة والتي يمكن انتاج بذور مصدقة منها اذا كانت تلك الهجن فردية حيث تزرع وتهجن مع بعضها لانتاج البذور المصدقة الاخرى من الهجن الزوجية .

تتركز العناية والاهتمام الاكبر من الناحيتين الوراثية والفنية على انتاج بذور السلالات النقية من الذرة الصفراء ذات قابلية الاتحاد العالية ، حيث يجب المحافظة عليها من الخلط الوراثي مع حبوب لقاح اخرى غريبة . لذا يتوجب ان تزرع بذور السلالات في حقول معزولة بعيدة عن اي احتمال لتلقيحها مع اي نوع من الذرة الصفراء او الذرة الحلوة او الشامية التي تزرع في بعض الحقول لانها كلها يمكن ان تتلقح مع بعضها البعض . اذا كانت بذور السلالات قليلة فيمكن تكثيرها بالتلقيح الذاتي اليدوي اما في انتاج الكميات الكبيرة فلا يمكن اعتماد التلقيح اليدوي وانما تزرع في حقول معزولة تماما عن اية مصادر وراثية من الذرة الصفراء بمسافة كافية نوضحها بعد قليل ، وتترك النباتات للتلقيح الخلطي (الداخلي) فيما بينها . عندما يشك في امر بعض النباتات من حيث النقاوة يمكن ان تزرع عرانيص تلك النباتات على طريقة عرنوص في خط وعزل النباتات المغايرة عنها .

عند توفر السلالات النقية لانتاج البذور المهجينة (هجن فردية) تزرع السلالة الاب في خط مجاور لخطين من السلالة النقية الام حيث تنتقل حبوب اللقاح من السلالة الاب الى نباتات السلالة الام وتجمع البذور الهجينة من نباتات السلالة الام فيما اذا كان عقيمة ذكريا (male sterile) ، اما اذا كانت السلالة الام غير عقيمة

ذكريا فلا بد من ازالة كافة نوراتها الذكرية قبل البدء باطلاق حبوب لقاحها اما يدويا او بمكائن خاصة حتى لايحدث التلقيح الذاتي او الداخلي بين نباتات السلالة الام ، هذا ولابد من مراقبة نباتات السلالات الاباء والامهات عندما تكون ناحية في الحقل للتأكد من عدم احتوائها على نباتات شوارد (offtypes) قد تنتج بسبب تعرض النباتات الى حبوب لقاح غريبة في مرحلة انتاج السلالات ، ويمكن تمييز هذه النباتات بسهولة حيث تكون نشطة النمو اكثر من بقية النباتات المتشابهة فتقطع قبل تزهيرها ، اما اذا كانت السلالة المزروعة عقيمة ذكريا فمن السهولة تمييز النباتات الغريبة عنها حيث تكون عادة منتجة لحبوب لقاح فعالة بينما نباتات السلالة العقيمة تكون حبوب لقاحها غير فعالة ويمكن تمييز ذلك من شكل وحجم حبوب اللقاح والنورة الذكرية ، وقد تكون نباتات السلالة العقيمة ذكريا غير منتجة لاية حبوب لقاح مما يجعل الامر اكثر سهولة .

اما لدى انتاج البذور الهجينة (الزوجية) فتزرع بذور الهجن الفردية الآب بخط مقابل ٣ ـ ٤ خطوط من الهجن الفردية الام وتزال كذلك النورات الذكرية من كافة النباتات الام حتى لايحدث التلقيح الداخلي او الذاتي بين نباتات الهجن الفردية الام . تنتج عادة البذور الهجينة في حقول معزولة خالية من الادغال وخالية من كافة اصناف وانواع الذرة الصفراء المختلفة كما اوضحنا قبل قليل ، وان وجدت حقول من الذرة الصفراء من اي نوع فيجب الا تقل المسافة بينها وبين حقول انتاج البذور الهجينة عن مسافة معينة تتناسب مع مساحة الحقل وتترك عادة خطوط اضافية حارسة من النباتات الاب حول الحقل كخطوط حارسة تمنع احتمال انتقال حبوب اللقاح الغريبة الى داخل الحقل ، ويبين الجدول ١٢ ـ ٤ الذي اعدته جمعية تحسين المحاصيل العالمية (ICIA) (١٩٥٦) عدد الخطوط الحارسة اللازمة ومسافات العزل حسب مساحة الحقل وعلاقة تلك العوامل مع بعضها الضمان عدم حدوث الخلط في البذور الهجينة المنتجة .

ان عملية الحصول على بذور محسنة جيدة لاتنتهي عند انتاجها في الحقل ، فهناك عمليات الحصاد ونسبة الرطوبة والتقشير الميكانيكي للعرانيص وحدوث ضرر ميكانيكي على البذور والاصابة بالامراض نتيجة عدم ضبط نسبة الرطوبة كلها تؤثر على نوعية البذور المنتجة . ان العلاقة بين جودة الخزن ونسبة الرطوبة في الحبوب علاقة مباشرة ، فقد لوحظ ان نسبة الضرر في الحبوب المخزونة برطوبة ٣٠٪ فاكثر كبيرة جداً ، وبذا فان البذور المنتجة يجب ان تجفف في الهواء او صناعيا بدرجة حرارة معتدلة واستخدام نفخ الهواء الدافيء لحين بلوغ الرطوبة في البذور بحدود ١٨٪ فاقل ، وعادة نسبة الرطوبة المفضلة المثالية هي بحدود ١٢٪ .

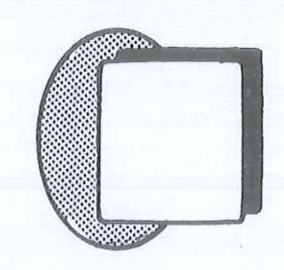
جدول ١٢ – ٤ مسافات العزل وعلاقتها بعدد الخطوط الحارسة ومساحة الحقل لانتاج بذور الذرة الصفراء المجينة.

الخطوط الذكرية لغاية الحارسة	مساحة الحقل بالهكتار ٤	٤ – ٦	٦ – ٨	٨ – ١٠	١٠ – ١٢	١٢ – ١٤	١٤ – ١٦	١٦ فأكثر
مسافة العزل بالامتار بين النباتات الأم ومصدر غريب للذرة الصفراء								
١	٢٠٠	١٩٥	١٩٠	١٨٥	١٨٠	١٧٥	١٧٠	١٦٥
٢	١٩٠	١٨٥	١٨٠	١٧٥	١٧٠	١٦٥	١٦٠	١٥٥
٣	١٨٠	١٧٠	١٦٥	١٦٠	١٥٥	١٥٠	١٤٥	١٤٠
٤	١٦٥	١٦٠	١٥٥	١٥٠	١٤٥	١٤٠	١٣٥	١٣٠
٥	١٥٠	١٤٥	١٤٠	١٣٥	١٣٠	١٢٥	١٢٠	١١٥
٦	١٤٠	١٣٥	١٣٠	١٢٥	١٢٠	١١٥	١١٠	١٠٥
٧	١٢٥	١٢٠	١١٥	١١٠	١٠٥	١٠٠	٩٥	٩٠
٨	١١٥	١١٠	١٠٥	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠
٩	١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥
١٠	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥
١١	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠
١٢	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠
١٣	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	١٥

ملاحظة :

لقد وجد في الدراسات الحقلية التجريبية التي طبقت في وسط العراق ان المسافة المضمونة بين الالواح المختلفة لعدم حدوث خلط وراثي بينها هي ٣٠٠ متر (بدون خطوط حارسة) حيث عند هذه المسافة وما فوقها انعدمت نسبة التلقيح الخلطي بين تركيب وآخر (بكتاش ، ١٩٨٤) ، علماً ان حجم اللوح له اثر كبير على هذه المسافة وكما هو موضح في الجدول ١٢ – ٤ المبين في اعلاه .

ان انتاج البذور المحسنة في العروة الربيعية في العراق يعتبر مناسبا جداً من حيث نسبة الرطوبة في البذور لان الحرارة العالية في اواخر حزيران الى اوائل تموز تعطي نتائج جيدة فيما يتعلق بنسبة الرطوبة اما العروة الخريفية فلابد من استخدام التجفيف الصناعي معها على الاقل باستخدام المراوح الكهربائية مع وجود تدفئة خاصة بدرجات حرارة معتدلة في قاعات ذات ارضية جيدة مناسبة لتجفيف البذور للزراعة وخفض نسبة رطوبتها . بعد انتاج البذور الهجينة وتجفيفها بدرجة حرارة خاصة لابد من تدريجها وعزل البذور المكسورة منها وكذلك البذور الصغيرة جداً . تنتج عالميا ثلاثة حجوم عادة من بذور الذرة الصفراء كبيرة ومتوسطة وصغيرة وتباع كل مرتبة باسعار معينة يجب معاملة البذور المنتجة ببعض المطهرات المضادة للفطريات كي تحفظ حيويتها لمدة اطول وتساعد على سلامتها لدى زراعتها في الحقل في الموسم اللاحق ، هذا ولابد من الاشارة الى ان العرانيص المنتجة لابد وان تفحص من حيث اصابتها ببعض الامراض على بعض العرانيص فيجب عزلها ، وكذلك التي تظهر عليها بعض الاصابات الحشرية ، أي لابد من تدريج العرانيص ثم تجفيفها ثم التقشير والتدريج او التنظيف ومعاملتها بالمطهرات وتوزن وتعبيء باكياس ذات عبوات صغيرة بحدود ٢٥ كغم ، لان العبوات الكبيرة يحتمل حدوث اضرار كبيرة في البذور نتيجة قلة التهوية وكذلك تكسر بعض البذور نتيجة نقل العبوات خلال وسائط النقل ورميها بشدة وتزداد معها نسبة البذور المكسرة مع زيادة وزن العبوة كما توضع العلامات الخاصة على الاكياس التي تبين نوع الهجين وكمية انباته وتاريخ انتاجه ونقاوته .. الخ وتكون صالحة بعد ذلك للتسويق او الخزن .



الفصل الثالث عشر

ب ـ انتاج الاصناف التركيبية والمركبة
Production of synthetics and composites

جـ ـ انتاج هجن الاصناف

يمكن ان يعرف الصنف التركيبي بانه الذرية الناتجة من التزاوج المشوائي لنباتات الجيل الاول المنتجة بتضريب عدة سلالات ذات قابلية اتحاد جيدة . اما الصنف المركب فانه الذرية الناتجة من التزاوج المشوائي لعدة نباتات خليطة من الجيل الاول او الثاني واصناف مفتوحة التلقيح او اية تراكيب وراثية اخرى . يشيع استخدام الاصناف التركيبية اكثر من الاصناف المركبة سيما في الدول التي لا يمكنها ان تنتج الهجن اما بسبب قلة المتخصصين فيها في هذا المجال او بسبب عدم زراعة محصول الذرة الصفراء بمساحات واسعة الامر الذي لايشجع اقتصادياً على انتاج الهجن ، وربما يكون الباحثان Hayes و Garber (١٩١٩) اول من اقترحا استخدام الاصناف التركيبية للانتاج التجاري في محصول الذرة الصفراء حيث اوضحا من تجاربها ان الاصناف المحسنة (التركيبية) الناتجة من تلقيح عدة سلالات مع بعضها وانتاج الجيل الاول منها ثم خلطها بكميات متساوية وتركها للتزاوج المشوائي لجيل واحد هي افضل من الهجن الفردية او الزوجية من خيث امكانية استخدام نفس بذورها الناتجة للزراعة في الاجيال اللاحقة من سنة لاخرى وهذه الطريقة تسهل على المزارعين غير الملمين بمفهوم الهجن ان يتعاملوا مع هذه الاصناف التركيبية بنجاح بدلاً من الهجن التي يحتاج الفلاح او المزارع الى شراء بذورها كل موسم من مصدر متخصص وزراعتها حيث لا يمكنه استخدام نفس بذورها الناتجة منها بسبب الانعزال الوراثي وفقدان صفة قوة الهجين منها . ومن الجدير بالذكر ان الاصناف التركيبية هي افضل من حيث الحاصل عادة من

الاصناف مفتوحة التلقيح لسبب رئيسي واحد في الاقل هو ان الاصناف التركيبية يكون حاصلها اعلى لاحتوائها وراثياً على جزء من قوة الهجين وبسبب ادخال عدة سلالات غير مترابطة وراثياً في الصنف التركيبي تسمح باعطاء قوة الهجين .

لغرض اعطاء فكرة عن طريقة انتاج الاصناف التركيبية قد يكون من الاجدر ذكر الخطوات التي اتبعها Hayes واخرون (١٩٤٤) وكما يلي :

١ ـ انتاج سلالات من الذرة الصفراء او الحصول عليها من مصدر متخصص واختبارها لقابلية الاتحاد العامة واختيار ٨ سلالات متفوقة الحاصل في الجيل الاول في جميع لقائحها الفردية اي انها ذات قابلية اتحاد عامة جيدة .

٢ ـ تؤخذ بذور باعداد متساوية من كل لقيح (هجن) من الثمانية والعشرين الناتجة من تضريب السلالات الثانية مع بعضها ويمكن ان يعتمد وزن البذور كذلك الا ان عدد البذور ادق لكونه يضمن عشوائية متساوية بين كافة اللقائح للتزاوج بنفس التكرار مع النباتات الاخرى ، ثم تخلط هذه البذور مع بعضها جيداً وتزرع في الواح معزولة باتباع طرق الزراعة التقليدية في الذرة الصفراء .

٣ ـ حصاد البذور المتكونة على النباتات وجمعها سوية من كافة الألواح دون اي انتخاب حيث تكون هذه البذور ناتجة من التزاوج العشوائي بين نباتات الهجن الثمانية والعشرين .

٤ ـ زراعة البذور الناتجة في الخطوة الثالثة مرة اخرى بمساحة اوسع وبعد النضج تنتخب مئات العرانيص المتفوقة الحاصل ويمكن اعادة هذه العملية عدة مواسم بنفس الاسلوب ثم تجمع البذور لتكوين الصنف التركيبي ، علما بانه يمكن انهاء البرنامج عند المرحلة الثالثة .

مميزات الاصناف التركيبية :

تمتاز الاصناف التركيبية بمميزات ايجابية على الهجن والاصناف المفتوحة التلقيح والمركبة يمكن اجمالها بالاتي :

١ ـ تصلح بصورة افضل من الهجن في دول العالم الثالث التي لايمكنها انتاج الهجن اما لكلفتها العالية لدى استيرادها او لصغر المساحات المخصصة لزراعة الذرة الصفراء .

٢ ـ قد تكون افضل من الهجن لدى زراعتها في المناطق الحدية حيث قد يساعد تباين تركيبها الوراثي على مقاومة الظروف اكثر من الهجن سيما بوجود بعض الاصابات الحشرية او المرضية علما بان مرونة الهجن في هذه الحالة تكون اكثر باستثناء الحالات الخاصة حيث يمثل الصنف التركيبي صنفا مخلوطا من عدة تراكيب (multi- line cultivar) .

٣ ـ بزراعة الصنف التركيبي يمكن استخدام نفس بذوره الناتجة منه للزراعة في الموسم اللاحق بعكس الهجن التي لايمكن زراعة بذورها الناتجة منها .

٤ ـ تكون الاصناف التركيبية افضل من مفتوحة التلقيح والمركبة فيما يتعلق بالحاصل ومقاومة الامراض والحشرات والاضطجاع .

٥ ـ يمكن تحسين حاصل الاصناف التركيبية بالانتخاب حيث توجد التغايرات في الجماعة النباتية ، وقد اكدت دراسات عديدة ان الزيادة في حاصل بعض الاصناف التركيبية بلغت لغاية ٢٠٪ في بعض الدورات الانتخابية .

العوامل المحددة لحاصل الصنف التركيبي :

تعتبر الدراسات التي قام بها مربي الحيوان المعروف Wright (١٩٢٢) من بين الدراسات الاساسية الهامة في مجال التربية والتحسين التي تنطبق على الحيوان والنبات على السواء ، فقد اشار ان الصنف الناتج من تزاوج عشوائي من مجموعة من السلالات (n) سوف ينقص حاصله من قوة الهجين بمقدار $\frac{1}{n}$ في الجيل الثاني وهذا يعني انه لو زرعنا هجينا مكونا من سلالتين فان البذور الناتجة من نباتات الجيل الاول اذا زرعت للجيل الثاني فان حاصل نباتات الجيل الثاني سوف تقل بمقدار ٢ / ١ قوة الهجين عن الجيل الاول واذا كان الهجين مكونا من ٣ او اربع سلالات فانه سوف ينقص في الجيل الثاني بمقدار ٣ / ١ و ٤ / ١ فوق الهجين عن الجيل الاول ، على التوالي وهذا مايعلل عدم فائدة زراعة الهجن في الجيل الثاني ، ويعتبر Wright اول من وضع الاساس العلمي لدراسة تأثير عدد السلالات الداخلة في الهجين او الصنف التركيبي وفيما يلي المعادلة التي وضعها هذا الباحث للتنبؤ بحاصل الصنف التركيبي :

$$F_2 = F_1 - \frac{F_1 - P}{n}$$

حيث تمثل F_2 معدل حاصل الصنف التركيبي و F_1 معدل حاصل الجيل الاول الناتج من تزاوج كافة السلالات الداخلة في تركيب الصنف و p معدل حاصل السلالات الاباء و n عدد السلالات . يلاحظ من المعادلة كذلك ان حاصل الصنف

التركيبي ينقص بمقدار $\frac{F_1 - P}{n}$ من قوة الهجين ولمرة واحدة فقط حيث يثبت الحاصل بعدها على خلاف حالة الهجين الفردي او الثلاثي او الزوجي الذي يستمر في النقصان لعدة اجيال بسبب مشاركة هجن عديدة في الصنف التركيبي وليس هجين واحد ، وهذا ماشار اليه الباحثان Hardy و wienberg كل على انفراد بقانونها المعروف الذي ينص على انه في جماعة نباتية كبيرة عشوائية التلقيح يبقى التكرار الجيني ثابتا من جيل لاخر بشرط عدم وجود انتخاب او هجرة من والى الجماعة او طفرة وهذا مايفسر ثبات الصنف التركيبي بعد جيل واحد من التزاوج المشوائي الذي يستخدم في انتاج بذوره .

يتضح مما اسلفنا ان زيادة عدد السلالات الداخلة في الهجين او الصنف التركيبي تقلل من نسبة الفقد في الحاصل لدى زراعة البذور للجيل الثاني ، الا ان ذلك لايعني ان ادخال اكبر عدد من السلالات سوق يضمن حاصلاً عالياً للصنف التركيبي ، فقد اوضحت نتائج Kinman و Sprague (١٩٤٥) ان زيادة عدد السلالات الداخلة في انتاج الصنف التركيبي يزيد من حاصل الصنف ولكن هذه الزيادة لها حدود تتوقف عندها مع عدد معين من السلالات وهي عادة بين ٥-٦ سلالات حيث يبدأ الحاصل بعد ذلك العدد من السلالات بالانخفاض تبعاً لكل سلالة اضافية تدخل في تلك التراكيب ويمكن ايضاح ذلك كما في الجدول ١٣ - ١ .

جدول ١٣ - ١ تأثير عدد السلالات الداخلة في انتاج الصنف التركيبي على حاصله (طن/ هكتار) .

عدد السلالات	حاصل الجيل الاول للهجن	حاصل الصنف التركيبي
٢	٦٢٠٣	٤١٥٠
٣	٥٩٨٦	٣٨٣٦
٤	٥٩٦١	٥٠٤٠
٥	٥٨٢١	٥٠٩٧
٦	٥٦٦٩	٥٠٩٧
٧	٥٥١٠	٥٠٢٠
٨	٥٣٦٤	٤٩٥١
٩	٥٢٦٢	٤٨٩٣
١٠	٥٠٧٨	٤٧٤٧

يتضح من الجدول ١٣ ــ ١ ان زيادة عدد السلالات ادى نسبياً الى انخفاض حاصل الصنف التركيبي ويزداد هذا التناقص في الحاصل في حالة استخدام ٩ سلالات و ١٠ سلالات بالدرجة الرئيسية ، وبذا فقد اوصى معظم الباحثين في هذا المجال أن استخدام ٦ ــ ٨ سلالات بما يكون افضل حيث اذا قل العدد عن ٦ فقد يؤدي ذلك الى حدوث نسبة من التلقيح الداخلي واذا ازاد عن ٨ فان ذلك يؤدي الى انخفاض حاصل الصنف التركيبي وهذا الكلام يكون سليماً تماماً اذا كانت الآباء المستخدمة للصنف التركيبي هي سلالات نقية ، اما لو استخدمت تراكيب وراثية اخرى من غير السلالات النقية مثل الهجن او الاصناف المفتوحة التلقيح او اجيال متأخرة من الهجن الزوجية او الفردية فيمكن الاكتفاء بعدد اقل منها كان تكون ٤ او خمس تراكيب وراثية وحسب حالتها من الخلط او التهجن ومن الدراسات المتأخرة نسبياً حول هذا الموضوع هي ما قام به الباحث marquez-Sanchez ، ١٩٧٩ الدراسة تأثير عدد السلالات على حاصل الصنف التركيبي وقد خرج بنفس النتيجة المذكورة قبل قليل الا انه اضاف اليها مقترحاً يقضي بخلط بذور F_1 للقائح المتفوقة الحاصل فقط ، اي لو استخدمت مثلاً ٦ سلالات فان ذلك يعني انتاج ١٥ لقيحاً في الجيل الاول ، فاذا كانت منها ١ فقط متفوقة في الحاصل فتؤخذ بذور هذه الهجن العشرة وتخلط سوية دون بذور اللقائح الخمسة الاخرى المنخفضة الحاصل ولم يتطرق الباحث هذا الى نتيجة تأثير قلة عدد التراكيب في هذه الحالة على نسبة التلقيح الداخلي في الاجيال اللاحقة للصنف التركيبي .

٢ ــ معدل حاصل الآباء (السلالات)

يؤثر معدل حاصل الآباء العالي تأثيراً ايجابياً على حاصل الصنف التركيبي اذا كانت ذات قابلية اتحاد عالية ، ويعتقد Jenkins (١٩٤٠) ان التلقيح الذاتي للسلالات ليس من الضروري ان يستمر لعدة اجيال انما المهم ان تنتخب تراكيب وراثية جيدة وتلقح ذاتياً لجيل واحد ويختبر حاصلها بالتلقيح القمي ثم تميز التراكيب الجيدة وتخلط لانتاج الصنف التركيبي بعد تزاوجها عشوائياً لجيل واحد وكما يلي : ــ

١ ــ عزل تراكيب وراثية جيدة تلقح ذاتياً لجيل واحد فقط .
٢ ــ ادخال التراكيب الوراثية الملحقة ذاتياً لجيل واحد في برنامج تلقيح قمي وعزل المتفوق منها في حاصل اللقائح القمية .
٣ ــ تؤخذ التراكيب المعزولة والتميزة بالحاصل العالي من برنامج التلقيح القمي وتلقح فيما بينها بكافة الاحتمالات لجيل واحد او جيلين .

٤ ـ اعادة العملية اعلاه مرة اخرى ثم تجمع البذور الناتجة وتخلط لاعطاء الصنف التركيبي .

لقد انتقد الباحث Busbice (١٩٦٩) الفكرة اعلاه التي اوردها Jenkins واكد على ضرورة استمرار التلقيح الذاتي لعدة اجيال لانتاج سلالات تظهر قوة الهجين العالية بصورة مؤكدة . كما انه من الضروري استخدام السلالات المتباعدة وراثياً (genetically unrelated) حيث تزداد قوة الهجين في اللقيح الناتج عادة كلما اشتد التغاير في التركيب الوراثي للسلالات المتزاوجة .

٣ ـ معدل حاصل هجن السلالات :

اوضحنا ان عدد السلالات المناسب (٦ ـ ٨ سلالات) يؤثر ايجابياً في زيادة حاصل الصنف التركيبي وكذلك السلالات ذات قابلية الاتحاد العامة الجيدة ، وبنفس الاسلوب يؤثر معدل الحاصل العالي للهجين الناتج من السلالات ايجابياً في زيادة حاصل الصنف التركيبي وهذا يعتمد على قابلية الاتحاد العامة للسلالات ، وبذا نجد ان العوامل الثلاثة آنفة الذكر قد اشتركت جميعها في التأثير على حاصل الصنف التركيبي المنتج والتي يجب اخذها بنظر الاعتبار في برنامج التربية في هذا المجال .

مدى استجابة الصنف التركيبي للانتخاب :

ذكرنا انه من خواص الصنف التركيبي هي قابلية الجيدة في الاستجابة لبرنامج الانتخاب حيث له القابلية العالية على اعطاء زيادة في الحاصل في الذريات المنتخبة للحاصل العالي وذلك نظراً لوجود تغايرات وراثية في الصنف التركيبي تسمح بالانتخاب للتراكيب العالية واعطاء جيل جديد من الصنف التركيبي يتميز بحاصل عال اعلى من الصنف التركيبي الاصلي .

لقد اكد هذه الحقيقة الباحثان McGill و Lonnquist (١٩٥٥) لدى اشتغالهما على الدورة الاولى لاصناف تركيبية من الذرة الصفراء حيث استخدما في دراستها اربعة اصناف تركيبية وبدأ الانتخاب الكمي بالاعتماد على المظهر الخارجي ولغاية اربعة اجيال حيث تم الحصول على بذور (syn5) حيث تمثل بذور السلالات النقية بالرمز (syn O) وبذور الجيل الاول الناتجة من تضريب السلالات مع بعضها بالرمز (syn 1) وبذور الصنف التركيبي الناتجة من التلقيح العشوائي لبذور (syn 1) بالرمز (syn 2) ، وقد انتخب الباحثان في كل مرة بين ١٥٠ ـ

٢٠٠ عرنوص من احسن النباتات في الحاصل ومن كل صنف تركيبي (syn 2) من الاصناف الاربعة واعطت عدداً من النباتات تتراوح بين (٥٠٠٠ ـ ١٠٠٠٠) لكل صنف ثم تركت للتلقيح العشوائي (كل صنف في موقع معزول) ثم اخذت الحاصلات من نباتات تلك الاصناف كل جيل (من syn 2 ولغاية syn 5) ووزنت فكانت كما في الجدول ١٣ ـ ٢ .

جدول ١٣ ـ ٢ تأثير الانتخاب الكمي (المظهري) من syn 2 لغاية syn 5 على حاصل اربعة اصناف تركيبية من الذرة الصفراء حيث اعطي الصنف التركيبي في مرحلة (syn 2) نسبة ١٠٠٪ من الحاصل .

الجيل	الاصناف				
	Krug	A	B	Reid	المعدل
syn 2	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
syn 3	١٠٣	١٠٨	١٢٠	١٠٤	١٠٨
syn 4	١٠٥	١٠٤	١٢٦	ـ	١١١
syn 5	١٠٦	١١٠	ـ	ـ	١٠٨

ويلاحظ من الجدول ان الصنف التركيبي الواحد يختلف عن الصنف الاخر في استجابته للانتخاب ، حيث كان تأثير الانتخاب على بعض الاصناف محدوداً لكنه مستمراً كما في الصنف Krug بينما كان متذبذبا نسبياً في الصنف A واذا استجابة عالية جداً في الصنف B حيث ازداد الحاصل في جيلين من الانتخاب فقط بمعدل ٢٦٪ . كما اوضحت الدراسة كذلك ان الاصناف التركيبية تستجب للانتخاب التكراري بدرجة عالية حيث بلغت نسبة الزيادة في الحاصل في المعدل ١٤٪ بعد دورتين من الانتخاب وبلغت في الصنف A ١٧٪ وذلك بالمقارنة مع هجين شائع أعطي حاصله نسبة ١٠٠٪ (جدول ١٣ ـ ٣) .

ومن الملاحظ هنا انه بعد دورتين من الانتخاب التكراري قد ازداد حاصل الصنف A الى ١٠٢٪ من اصل الهجين اي انه تجاوز حاصل الهجين بعد دورتين من الانتخاب وهذا يشير الى امكانية زيادة حاصله اكثر فيما لو استمر برنامج الانتخاب التكراري على الاقل لدورتين اخريين ، وهي صفة هامة جداً في هذا المجال من حيث القابلية الكبيرة في الصنف التركيبي في زيادة الحاصل بالانتخاب التكراري مما يضاهي بل ويتجاوز الهجين في حاصله .

جدول ١٣ ـ ٣ النسب المئوية لحاصلات الاصناف التركيبية الاربعة بعد دورتين من الانتخاب التكراري وبالمقارنة مع هجين شائع اعطي حاصله نسبة ١٠٠٪ ونسبت حاصلات الاصناف التركيبية المنتخبة اليه :

دورة الانتخاب	الاصناف Krug	A	B	Reid	معدل الاستجابة
الدورة الاولى	٨٧	٨٥	٧٢	٨٦	٨٢
الدورة الثانية	٩٨	١٠٢	٨٠	٩٥	٩٦

طرق اختبار السلالات والتراكيب الوراثية لانتاج الصنف التركيبي :

هناك اربع طرق معروفة لاختبار السلالات او الذريات المنتخبة بالتلقيح الطبيعي ترتبها في ادناه حسب سهولة انجازها وكلفتها الاقتصادية كما اوردها Allard (١٩٦٠)

١ ـ اختبار الذرية في نباتات مفتوحة التلقيح
Open-pollinated progeny test

تؤخذ النباتات المنتخبة من التراكيب الوراثية المفتوحة التلقيح وتزرع بذورها في الجيل المقبل وتترك للتلقيح العشوائي الطبيعي فيما بينها ، ثم يؤخذ حاصل النباتات المنتخبة منها ويدرس من حيث الصفات المرغوبة اضافة الى صفات النبات الاخرى الحقلية او الكيمياوية .

٢ ـ الاختبار القمي **(Top-cross test)**

تزرع بذور النباتات المنتخبة في خطوط في الواح بحيث يمثل كل خط نباتاً واحد اي لكل عرنوص ـ خط ويزرع بين كل خط من هذه النباتات خط اخر من نباتات الفاحص الذي يكون عادة صنفا مفتوح التلقيح او هجينا او سلالة وعند التزهير تزال النورات الذكرية لنباتات الخطوط الاصلية (قبل بدء انطلاق حبوب اللقاح) فتبقى حبوب لقاح نباتات الفاحص لتلقيح النورات الانثوية لتلك النباتات قيد الاختبار ثم تؤخذ بذورها وتزرع في الجيل المقبل لمعرفة افضلها استناداً الى ماتنتجه من حاصل .

٣ ـ الاختبار بالتلقيح المتعدد (polycross test)

عرفت هذه الطريقة منذ عام ١٩٤٢ حيث وضعها الباحث (Tysdal) واخرون لدى دراستهم محصول الجت ، وتم هذه الطريقة على محصول الذرة الصفراء حيث تؤخذ بذور النباتات المنتخبة وتزرع بذور كل نبات في خط بشكل عشوائي في الحقل كل خط نبات مجاور لخط اي نبات اخر وتكرر الزراعة عدة مرات ، اي لو اريد اختبار حاصل ٥٠ نباتا منتخبا فيمكن زراعة ٢٠٠ خط بصورة عشوائية مجاورة بعضها لبعض اي ان كل خط لكل نبات يكرر ٤ مرات مثلاً وبذا تعطى كافة النباتات نفس الفرصة للتلقيح العشوائي مع اي نبات اخر ، وفي نهاية الموسم تؤخذ البذور الناتجة من التلقيح العشوائي المتعدد (يمكن اخذ نباتات معينة حسب راي الباحث وليس جميع النباتات) وتزرع بذورها مرة اخرى لمعرفة افضلها في الحاصل الذي انتجته بذور النبات الناتجة من التلقيح العشوائي المتعدد . لقد اكد Tysdal و Crandall (١٩٤٨) ان حاصل الاصناف التركيبية في محصول الجت كان مرتبطاً ارتباطاً موجباً عاليا مع حاصل التلقيح المتعدد للسلالات المكونة للصنف التركيبي ، وبذا فان هذه الطريقة في الاختبار تعتبر بسيطة وفعالة جداً في عزل التراكيب الوراثية لنباتات مفتوحة التلقيح مثل الذرة الصفراء وغيرها لتمييز قدرتها على اعطاء الحاصل العالي واعادة ذلك جيلاً بعد جيل كلما لزم الامر سيما اذا كانت هناك تغايرات تشجع على الاستمرار في الانتخاب للتراكيب ولحين استقرار حاصلها ثم بعد ذلك تدخل في برنامج انتاج الصنف التركيبي . لقد انتقد Carnahan و Miller (١٩٦٨) هذه الطريقة على انها قد يحصل فيها بعض التلقيح الذاتي وانها غير ضرورية للصفات العالية التوريث ، وطبعاً من البديهي ان يكون ذلك لكن الطريقة تبقى جيدة وفعالة .

٤ ـ اختبار التلقيح الفردي (Single-crosstest)

في هذه الطريقة صعوبة في السيطرة على التلقيح اذا كانت المساحات ضيقة وعليه فلابد من وجود مساحات واسعة من الحقول للزراعة لترك مسافات مناسبة بين الخطوط المتزاوجة ويتم في هذا الاختبار جمع بذور كل تركيب وراثي منتخب بمفرده ولتكن ٢٠ نباتاً مثلا وكل نبات لابد وان يعطي الفرصة للتزاوج مع النبات الاخر كاملاً (اي دون تلقيح مع نبات اخر) وبحيث يكون عدد التلقيحات في هذا المثال هو ١٩٠ تلقيحاً فردياً اي مثل (diallel cross) وعدد التلقيحات يكون حسب المعادلة $n(n-1)/2$ واذا كانت المسافات غير كافية للعزل بين هذه التلقيحات فيجب والحالة تلك اجراء التلسيح الصناعي باليد بعد تغليف

النورات الذكرية والانثوية لمنع الاختلاط . في نهاية الموسم تؤخذ البذور من كافة اللقائح وتزرع ليوزن الحاصل وتعرف افضل النباتات في قابليتها على الاتحاد واعطاء الحاصل العالي ، ومن البديهي هناك بذور قد ابقيت من النبات المزروع للاختبار حيث يعود اليها المربي لاجراء الدراسات المطلوبة عليها بعد ان تشخص قابليتها العالية في الاتحاد او الحاصل .

التنبوء بحاصل الصنف التركيبي :

من الضروري التنبوء بحاصل الصنف التركيبي قبل انتاجه مثلما هو الحال بتنبوء حاصل الهجين قبل انتاجه وذلك لمعرفة صلاحية الصنف او الهجين للانتاج قبل بذل الوقت والمال والجهد لذلك . اجرى الباحث Busbice (١٩٧٠) دراسة حول استخدام معادلة (Wright) لاحتساب حاصل الصنف التركيبي والصنف المركب ، وقد حور الباحث المذكور المعادلة بادخال معامل التلقيح الداخلي (Ceofficient of inbreeding) فاصبحت المعادلة كما يلي :

$$Y_t = Y_o + \left(\frac{F_o - F_t}{F_o - F_1} \right) (Y_1 - Y_0)$$

حيث تمثل الرموز التعابير التالية :

yt : حاصل الصنف التركيبي في اي جيل يراد تقدير حاصله فيه .

yo : حاصل (syn o) اي حاصل السلالات الداخلة في تركيب الصنف .

Fo : معامل التلقيح الداخلي (الذاتي) للاباء (وفي حالة كون الاباء المستعملة في انتاج الصنف التركيبي سلالات نقية يعتبر معامل التلقيح الذاتي ١٠٠٪) .

F_1 : معامل التلقيح الذاتي للهجن الفردية المكونة لبذور الصنف التركيبي ، ويعطي عادة قيمة صفر في هذه الحالة (الجيل الاول) .

Ft : معامل التلقيح الذاتي في الجيل (t) المطلوب ايجاد حاصل الصنف التركيبي فيه .

Y_1 : حاصل (syn 1) الهجن الفردية المكونة للصنف التركيبي . مثال عددي حول استخدام المعالة :

لو ان صنفا تركيبياً من الذرة الصفراء انتج من خليط متساوي الكميات من هجن فردية ناتجة من خمس سلالات نقية معدل حاصلها طن واحد/ هكتار ، وكان معدل حاصل الهجن الفردية الناتجة من تزاوج السلالات فيما بينها هو ٢,٥ طن/

هـ كم يكون حاصل الصنف التركيبي الناتج مرة باعتماد معادلة Wright ومرة ثانية باعتماد معادلة Busbice المعدلة :

آ ـ حسب معادلة

Wright

$$Syn\ 2 = Syn\ 1 - \frac{Syn\ 1 - P}{n}$$

$$= 2500 - \frac{2500 - 1000}{5}$$

$$= 2200\ kg / ha$$

ب ـ حسب معادلة **Busbice**

بافتراض عدم وجود تلقيح ذاتي بين نباتات الهجن الفردية عند زراعتها للتلقيح عشوائياً فيما بينها ،وحسب قانون هاردي ـ واينبرك المار الذكر ،يكون حاصل الصنف التركيبي في هذه الحالة كالاتي :

$$Y_t = Y_o + \left(\frac{F_0 - F_t}{F_0 - F_1} \right) (Y_1 - Y_0)$$

$$= 1000 + \left(\frac{100 - 0}{100 - 0} \right) (2500 - 1000)$$

$$= 1000 + 1500 = 2500\ kg / ha$$

ومن الجدير بالملاحظة ان استخدام معادلة Burbice بافتراض معامل تلقيح داخلي صفر للهجن ادى الى انتاج حاصل متوقع للصنف التركيبي مساوياً تماماً لحاصل الهجن الناتج منها وهذا صعب الحصول الا في حالات نادرة جداً يتم فيها التحكم بالعوامل المذكورة ، كما في هذه المعادلة يؤخذ عليها عدم اعتماد عدد السلالات فيها اي ان عدد السلالات ليس له علاقة بحاصل الصنف التركيبي وهذا

غير ممكن كما مر بنا واوضحناه ، ولو اعتمدنا نسبة معينة من التلقيح الذاتي بين نباتات، الهجن ولتكن بمعدل ١٠ ٪ يكون ذلك معقولا اكثر للتنبوء بحاصل الصنف التركيبي فتكون النتيجة كما يلي :

$$Y_t = 1000 + \frac{100 - 10}{100} (2500 - 1000)$$

$$= 1000 + (90 \times 1500)$$
$$= 2350 \text{ kg / ha}$$

وهنا نلاحظ ان اعتماد نسبة معينة من التلقيح الذاتي بين الهجن يعطي حاصلا قريباً من الواقع اكثر وهو مايحصل في الحقل عادة وحسب ظروف الزراعة والتلقيح .

لقد اضاف Gilmore (١٩٦٩) من دراسته لسلالات الذرة الصفراء في عدة مراحل من تلقيحها الذاتي أن درجة التلقيح الذاتي للسلالة من ثلاثة اجيال الى ستة متشابهة من حيث حاصلها في الصنف التركيبي اي ان السلالات المنتجة بثلاثة تلقيحات ذاتية تعطي صنفاً تركيبياً مشابهاً في الحاصل فيا لو لقحت لستة اجيال ذاتياً ، وبذا فلا داعي للتردد لانتاج صنف تركيبي وسلالات ذات قابلية اتحاد عامة عالية في جيلها الثالث من التلقيح الذاتي . لقد اوضح Gilmore كذلك انه لابد من التفريق بين حاصل الصنف التركيبي الناتج من سلالات نقية او من تراكيب وراثية مفتوحة التلقيح ، حيث حور معادلة Wright لانتاج الصنف التركيبي كما يلي :

آ ـ حاصل الصنف التركيبي باعتماد آباء مفتوحة التلقيح :

$$\text{Syn } 2 = \text{Syn } 1 - \frac{\text{Syn } 1 - S_1}{n}$$

حيث تمثل S_1 معدل حاصل الاباء من الاصناف المفتوحة التلقيح او تراكيب وراثية ملقحة لجيل واحد او جيلين فقط .

ب ـ حاصل الصنف التركيبي باعتماد سلالات نقية :

$$Syn\ 2 = Syn\ 1 - \frac{Syn\ 1 - P}{2n}$$

حيث تمثل p معدل حاصل السلالات النقية ، وبذا نجد حسب هذه المعادلة ان الصنف التركيبي يفقد $\frac{1}{2n}$ فقط من قوة الهجين بينما يفقد الصنف التركيبي باستخدام الآباء غير النقية $\frac{1}{n}$ من قوة الهجين مما يشير الى ان استخدام السلالات النقية يحافظ على نسبة اكبر من قوة الهجين تبقى في الصنف التركيبي لتعطي حاصلاً افضل من الصنف التركيبي المنتج اناء مفتوحة التلقيح (غير نقية) .

الاصناف المركبة :

يقصد بالاصناف المركبة (composites) تلك التراكيب الوراثية المخلوطة مع بعضها من اجيال متأخرة من عدة هجن ثلاثية او فردية او زوجية او اصناف مفتوحة التلقيح او تركيبية وتخلط بكيات متساوية من البذور وتترك للتزاوج العشوائي لجيل واحد ثم يعاد انتخاب بعض النباتات المتفوقة منها جيل اخر او اكثر وتخلط بذورها مرة اخرى لانتاج الصنف التركيبي . ربما يكون من المناسب كذلك استخدام بعض التراكيب الوراثية المفتوحة التلقيح الناتجة من برامج الانتخاب والتحسين ، فمثلاً في دراسة قام بها Elsahookie و Wuhaib (١٩٨٥) استخدما فيها عدة طرق انتخاب هي الانتخاب الكمي وعرنوص في خط والذرية الاولى للتلقيح الذاتي (S_1 progeny) مع وبدون تلقيح قمي كل طريقة وتم الحصول على زيادة في الحاصل اختلفت باختلاف الطريقة ، وكانت الزيادات في الحاصل بعد اربع دورات من الانتخاب ، ٢١,٣ ٪ للانتخاب الكمي و ٢٥,٩ ٪ لعرنوص في خط و ٢٧,٩ ٪ لعرنوص في خط مع التلقيح القمي و ٣٥,٥ ٪ للذرية الاولى مع التلقيح القمي ، فهذه لتراكيب الاربعة يمكن ان تخلط بكميات متساوية مع بعضها وتترك للتزاوج العشوائي لجيل اخر ثم يتم انتخاب ١٠٠٠ — ٢٠٠٠ عرنوص متفوق الحاصل وتزرع للتزاوج العشوائي ويكون بذلك قد حصلنا على صنف مركب ، علماً انه يمكن ان تخلط مع هذه التراكيب المتباينة تراكيب أخرى كذلك علماً ان هذه التراكيب المذكورة قد انحدرت من ثلاثة آباء مختلفة وراثياً اضافة الى لقائحها الناتجة من تضريبها مع بعضها .

جـ ـ انتاج هجن الاصناف (Varietal hybrids)

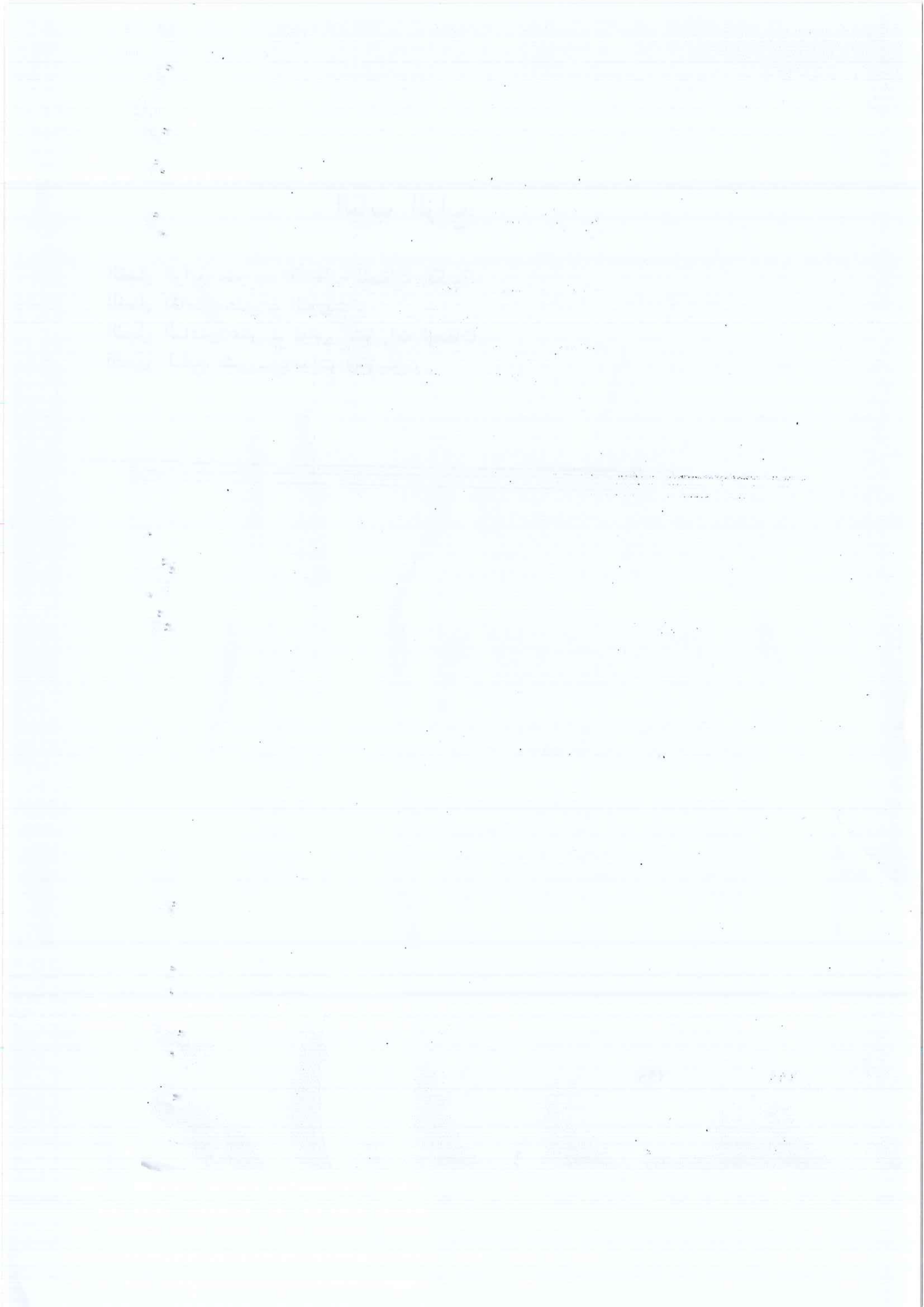
تنتج هجن الاصناف من تضريب صنفين او اكثر مفتوحة التلقيح واستخدام بذور الجيل الاول الناتج منها . تعتبر عملية انتاج الهجن من الاصناف لمفتوحة التلقيح اقدم بكثير من انتاج الهجن من السلالات النقية . لقد قام Beal ، ١٨٨٠

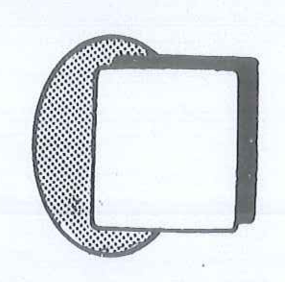
بانتاج مجموعة من الهجن من تضريب اصناف مفتوحة التلقيح ، وقد تم بعد ذلك التاريخ انتاج العديد من الهجن من خلال مئات التضريبات بين هذه التراكيب المختلفة والتي اعطت في مواقع مختلفة نتائج متضاربة ، فلقد اشار Richey ، ١٩٢٢ انه ن من خلال دراسة ٢٤٤ حالة تهجين بين الاصناف كان هناك منها ٨٢٪ اعطت حاصلاً اعلى من متوسط الابوين و ١٨٪ اعطت اقل من متوسط الابوين وربما ١٠٪ فقط اعطت حاصلاً افضل من الصنف الجيد المفتوح التلقيح الشائع في المنطقة . وكما هو معروف في لقائح الذرة الصفراء تعطي عادة اللقائح الناتجة من تضريبات اصناف الذرة الصيوانية((flint) او الطحينية (flour) مع الذرة المنفوزة (dent) حاصلات اعلى من تلك الناتجة من تضريب اصناف ضمن نفس المجموعة من الذرة الصفراء . اجري عديد من الباحثين مقارنات عديدة بين هجن الاصناف من جهة وهجن السلالات المعروفة اليوم ، ولم يذكر لحد الان ان هجيناً ناتجاً من اصناف مفتوحة التلقيح تفوق على هجين ناتج من السلالات ، وفي دراسة طبقت في الولايات المتحدة بلغ اعلى حاصل لهجن الاصناف بحدود ٦ طن/ هـ مقارنة مع ٦,٧ طن/ هـ من هجن السلالات التي قورنت معها . ربما تكون اعلى زيادة في الحاصل نتيجة قوة الهجين في الجيل الاول الناتج من تضريب الاصناف (عن اعلى الابوين) هي بحدود ١٠ - ١٥٪ مما جعل استخدام هجن الاصناف للانتاج التجاري الواسع محدود جداً لعدم جدوى هذا النوع من الهجن ، علماً بانه للحصول على نتائج جيدة مقبولة لابد من استخدام تراكيب وراثية ذات تباين وراثي (genetic diversity) يسمح باعطاء قوة هجين في الجيل الاول . لقد فاقت الهجن التجارية المنتجة من تضريب السلالات النقية كافة الهجن الناتجة من تضريب الاصناف مما جعل استخدام الثانية بعيداً عن الفائدة التطبيقية للانتاج التجاري لهذا المحصول .

لقد اجريت دراسة في العراق من قبل Al-Dulaimi, ١٩٨٢ على اختيار هجن الاصناف واشار الباحث الى حصوله على ٥٠٪ قوة هجين في حاصل حبوب الهجن على متوسط ابائها و ٣٠٪ قوة هجين في نسبة الزيت و ٢٥٪ في نسبة البروتين علماً بان حسابات قوة الهجين كانت على اساس معدل الابوين فقط وليس على اساس معدل اعلى الابوين ، ومما يذكر ان حاصل افضل تلك الهجن لم يكن موازياً لاي هجين متفوق معروف تجارياً مما تؤكد هذه الدراسة نفس المفاهيم والاسس العلمية التي اثبتها الباحثون السابقون حول هجن الاصناف . هذا وقد نشر الدليمي وآخرون (١٩٨٦) ان قوة الهجين في تقيح بيكا x دنبروفسكي كانت حوالي ٥٣٪ وبالاعتماد على معدل حاصل الابوين .

الباب الرابع

الفصل الرابع عشر ـ الانتخاب للصفات الكمية .
الفصل الخامش عشر ـ التوريث .
الفصل السادس عشر ـ قياس التغايرات للصفات .
الفصل السابع عشر ـ وحدات ومقاييس .





الفصل الرابع عشر

الانتخاب للصفات الكمية والتكرار الجيني

ان اهم صفة يعمل عليها مربي النبات هو الحاصل ، وتعتبر صفة الحاصل من الصفات الكمية الرئيسية من بين صفات عديدة اخرى ذات اهمية اقل وترتبط معها بطريقة او باخرى لذا فان الانتخاب للحاصل والصفات الكمية المشابهة يجب ان يتضمن فهماً جيداً للتوارث الكمي . ان انتاج الاصناف التركيبية والمركبة يعتمد في البرنامج على اسس التوارث الكمي ، وبعد انتاج الصنف التركيبي وفي مراحل انتاجه الاخيرة كذلك يجب معرفة كيفية حدوث التكرار الجيني واهميته وعلاقته بالتزاوج العشوائي بين افراد الجماعة المنتخبة .

تتحكم بالصفات الكمية مجموعة من الجينات قد تكون عدة جينات رئيسية او عدة جينات ثانوية (polygenes) وهناك صفات اخرى مماثلة للحاصل الى حد ما من حيث التوارث الكمي مثل صفة التبكير في النضج والتطبع والتحمل لظروف الجفاف او درجات الحرارة المرتفعة او المنخفضة (contiuous) وتكون مقاسة (metrical) بوحدات معروفة او يعبر عنها بمقياس (scale) معين يحدده الباحث كما هو الحال في وضع مقياس لمقاومة الجفاف او مقاومة الاضطجاع ، اما الصفة النوعية مثل لون النورة الذكرية او الانثوية في الذرة الصفراء او لون الاندوسبرم او وجود الشعيرات على اغماد الاوراق التي تغلف الساق فهي صفات متقطعة (discrete) تكون موجودة او غير موجودة او تكون ذات ثلاث رتب كبيرة ومتوسطة وصغيرة ، وقد تزداد هذه الرتب اذا كانت الصفة محكومة بزوجين من الجينات او اكثر احياناً .

ان الصفات الكمية لم ينتبه اليها باهتمام رجل الوراثة (مندل) وقد اهملها حينما لاحظها على النباتات وقد فعل باحثون كثيرون من بعده نفس مافعل ، الا

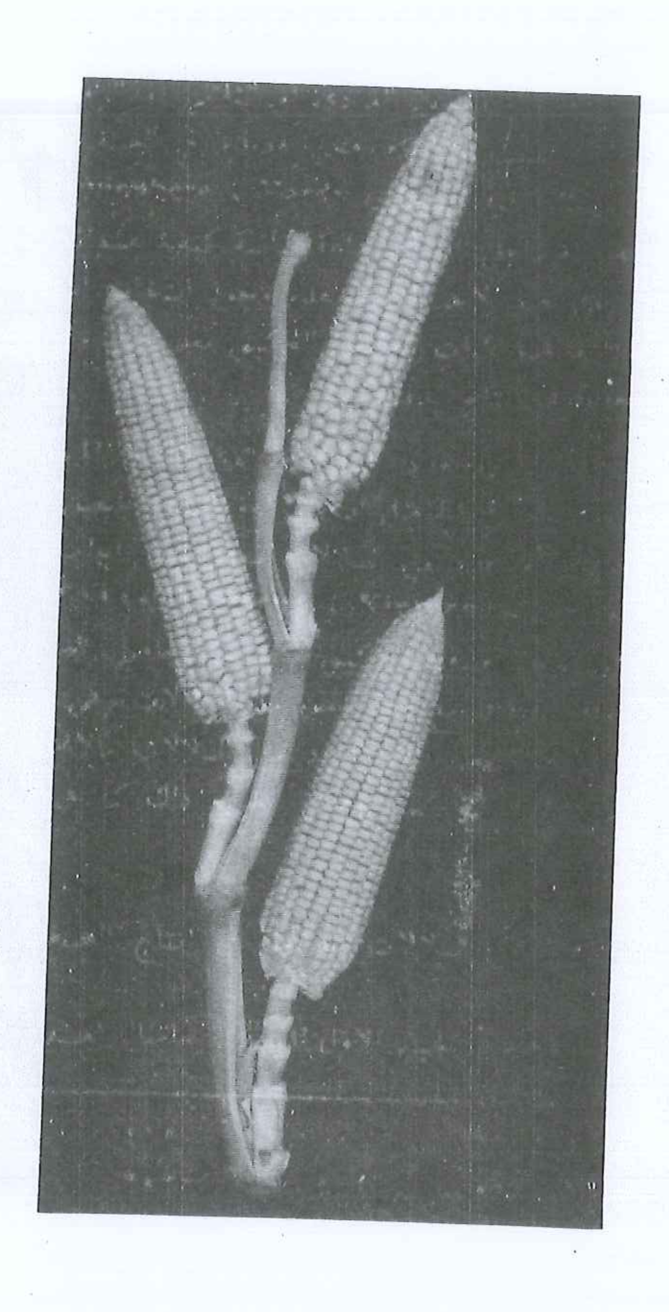
انها نالت اهتمام الباحث الانكليزي (Galton) واخرون عديدون بعدما عرفت طريقة توارث هذه الصفات واهميتها . اما (de Vries) فقد رأى ان وجود هذه الصفات بهذه الطريقة المتدرجة هو دلالة على عدم توارثها بسبب غياب النسب المندلية البسيطة في انعزالها ، وفي عام ١٩٠٦ اوضح الباحث yule ان هذه الصفات (الكمية) لاتختلف في توارثها عن الصفات النوعية باستثناء عدد الجينات ، كما لاحظ الباحث السويدي (Nelsson-Ehle) وراثة لون الحبوب في الحنطة واوضح ان انعزال لونها الاحمر : الابيض بالنسب ٣ : ١٥,١ : ١ و ٦٣ : ١و ٢٥٥ : ١ دليل على انها محكومة بزوج وزوجين وثلاثة ازواج واربعة ازواج من الجينات على التوالي. لقد كان افضل مثال درس في هذا المجال هو ماذكره Allard (١٩٦٠) عن التجربة التي قام بها East عام ١٩١٦ حول وراثة حجم زهرة التبغ حيث لم يجد اية نسبة تنطبق على انعزالاتها للنباتات التي انتجها (٤٤٤ نبات) ولغاية النسبة ٢٥٥ : ١ (اي على إفتراض وجود اربعة ازواج من الجينات تتحكم بالصفة) وعليه فقد افترض وجود خمسة ازواج من الجينات تحكم هذه الصفة وربما اكثر ولم يتمكن من تحديد عدد ازواج الجينات بالضبط لأن الحكم على ذلك فيما لو كانت خمسة ازواج يجب ان يكون لديه في الاقل ١٠٢٤ نبات ولستة ازواج ٤٠٩٦ نبات ، وهكذا . ان وراثة الصفات الكمية تؤثر عليها عوامل اخرى مثل وجود جينات محورة (modifying genes) تتداخل مع تأثير الجينات الأخرى المسؤولة عن الصفة بما يسبب زيادة تكرار بعض الرتب من تلك الصفة ، كما ان وراثة الصفة الكمية هو من النوع الاضافي (التجميعي) additive وبذا فانها تتأثر بعوامل البيئة بدرجة كبيرة ، مما يجعل دراسة التوريث (heritability) فيها امراً ضرورياً لمعرفة كم من تلك التغايرات في تلك الصفات هو موروث الى الجيل اللاحق وكم منها هو بيئي . ان التأثيرات الاخرى الوراثية تحصل احياناً في تأثيرها مع الصفة الكمية مثل التأثير الجيني المتغلب والمتفوق والسائد .

الانتخاب للصفة الكمية :

لما كانت الصفة الكمية محكومة بعدة ازواج من الجينات فأن فعل الانتخاب يعتمد بالدرجة الرئيسية على فعل الجين الاضافي ، حيث تجمع النباتات ذات الصفة المطلوبة فيزداد تكرارها الجيني من جيل لآخر حتى تصل الجماعة النباتية المنتخبة بعد عدة اجيال مناسبة الى مرتبة الصفة امطلوبة (شكل ١٤ ـ ١ و ١٤ ـ ٢) وفي هذه الحالة لابد من الانتخاب لصالح جين معين ضد جين اخر معاكس له ، وبعكسه فان الصفة المنتخبة بعد عدة اجيال سوف تعود الى سابق مرتبتها كما كانت قبل الانتخاب لو تركت للتزاوج العشوائي بدون تحديد للتكرار



شكل ١٤ ـ ١ صفة عدد العرانيص للنبات في الذرة الصفراء من بين احدى الصفات الكمية حيث ينتخب المربي للنبات المتعدد العرانيص **Prolific** الا ان هذا الانتخاب يحتاج لعدة اجيال حتى يتم الحصول على جزء من الصفة فمثلاً هذا النبات تبدو فيه اربعة عرانيص لكنه في الحاصل سوف يعطي ثلاثة فقط لعدم احتوائه على الجينات اللازمة التجميعية التأثير لضمان الصفة المطلوبة . انظر شكل ١٤ ـ ٢ .



شكل ١٤ ـ ٢ نبات ذرة صفراء بثلاثة عرانيص ناضجة ان الحصول على هذه العرانيص في الجيل اللاحق لن يكون الا في نسبة معينة فقط من النباتات الناتجة من ذرية هذه البذور لأن الصفة كمية وسوف تنعزل بالنسبة المرتبطة بعدد الجينات التي تحكم الصفة ومجموعة الاليلات التي تجمعت في خلايا هذا النبات ، وعليه لابد من استمرار الانتخاب لعدة اجيال لحين الوصول الى صفة ذات مرتبة مقبولة بتعدد العرانيص للنبات الواحد (Prolificacy) .

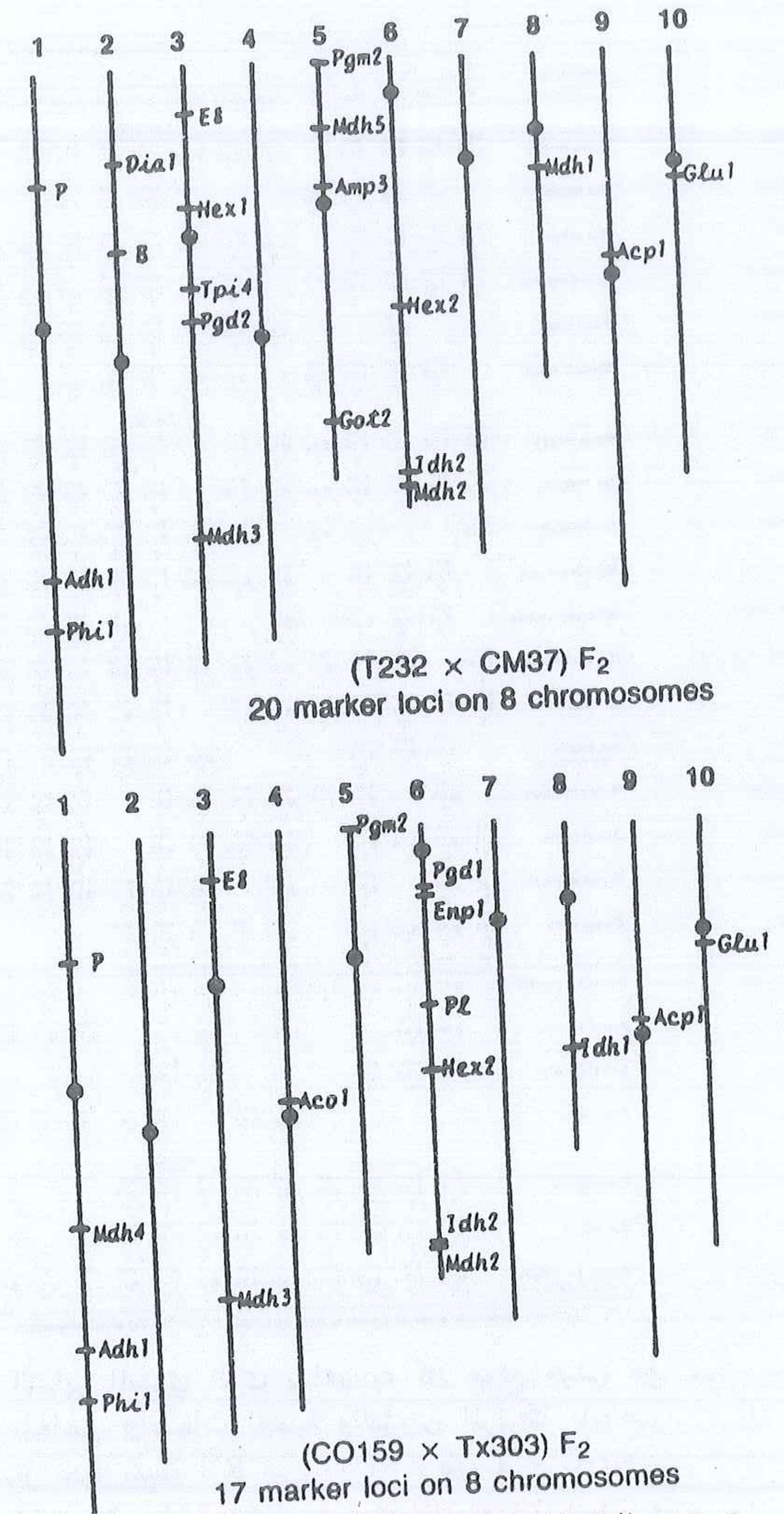
الجيني ، ولنأخذ مثالاً بسيطاً على هذه الحالة ونفترض ان جينين A و B يتحكمان بصفة معينة وانهما في الجماعة النباتية لهما نفس التكرار الجيني وهو (٠,٥) فاستناداً الى ذلك يمكن وضع مخطط للتكرار الجيني ودرجة الصفة (المظهر الخارجي) استناداً الى التأثير الاضافي للجينين في الصفة وكما يلي في جدول ١٤ ـ ١ .

جدول ١٤ ـ ١ تأثير الجين الاضافي على التكرار في الذرية ودرجة الصفة لافراد متزاوجة عشوائياً ذات تركيب AaBb .

التركيب الوراثي	درجة الصفة	تكرارها في الذرية
aabb	١	١
Aabb, aaBb	٢	٤
Aabb, aaBB, AaBb	٣	٦
AABb, AABB	٤	٤
AABB	٥	١

لو قام المربي بعزل التراكيب ذات التكرار الاعلى (٦) والتي هي AAbb و aaBB و AaBb ، فان هذه التراكيب سوف يزداد تكرارها في الجيل اللاحق الى $\frac{٤}{٨}$ بعد ان كان $\frac{٣}{٨}$ في الجيل الذي قبله (كما مبين في الجدول) وفي الجيل الذي بعده سوف تكون ٠,٥٦ والجيل الانتخابي الذي بعده يكون ٠,٥٨ ثم يبدأ بالتنازل في الاستجابة للانتخاب لعدم وجود جينات اخرى تدخل في هذا التركيب وبذا يكون فعل الانتخاب اقل في الاجيال المتأخرة بعد استنزاف فعل الجينات ذات العلاقة وهذا مايحدده مربي النبات حسب وراثة الصفة ، وكما اشرنا فان هذه النباتات المنتخبة المبينة تراكيبها قبل قليل لو تركت بدون انتخاب للتزاوج العشوائي عدة اجيال لعادت الى نفس التراكيب السابقة الموجودة في الجدول وبنفس التكرار لسبب واحد هو لعدم الانتخاب لاحد الجينين وعلى متوسط الصفة اما لو كان الانتخاب للتركيب AAbb لوحده او aaBB لوحده او aabb أو AABB لكان فعل الانتخاب الاضافي فعالاً مع الحصول على تراكيب ذات استقرار وراثي اكثر لكونها متماثلة الحلائل (homozygous) ، وحيث ان الانتخاب للصفة الكمية تتحكم به عدة جينات فان مجال التاكد للحصول على التركيب الوراثي المطلوب يكون ضيقاً جداً وهذا هو سبب التقدم البطيء لدى الانتخاب لصفة محكومة بعدة

ازواج من الجينات مثل صفة الحاصل . لقد اورد Stuber وآخرون ١٩٨٧ لدى دراستهم المواقع الجينية المرتبطة بحاصل حبوب هجينين من الذرة الصفراء ان هناك ١٧ موقعاً جيناً لاحد الهجينين و ٢٠ موقعاً جينياً للهجين الثاني تشارك في حاصل الهجين مع ٢٥ صفة مرتبطة بالحاصل موزعة على الكورموسومات الثمانية (شكل ١٤ ـ ٣) . لقد اوضحوا من دراستهم المذكورة ان بعض المواقع الجينية والتي اسموها (marker loci) قد ساهمت لغاية اكثر من ٨٪ من تغايرات حاصل الحبوب ولاكثر من ١١٪ من تغايرات بعض الصفات المرتبطة بالحاصل ، كما انهم درسوا حالة تلك التأثيرات على ثلاثة مستويات هي مستوى النبات كله وعلى مستوى العرنوص العلوي ثم على مستوى العرنوص السفلي وقد تباينت التأثيرات الجينية على تغايرات تلك الصفات . ربما تكون الدراسات المقبلة بعد عدة سنين متمكنة من تشخيص وعزل مثل هذه المواقع المشتركة بالصفات الكمية مثلما يحاول البعض اليوم تشخيص وعزل الجينات ونقلها بالطرق التقنية المختلفة لبعض الصفات النوعية فيما يسمى بهندسة النبات الوراثية بشكل خاص او الهندسة الوراثية بشكل عام (جدول ١٤ ـ ٢) .



شكل ١٤ ـ ٣ . توزيع المواقع الجينية المرتبطة بالحاصل و ٢٥ صفة مرتبطة بالحاصل الهجين من الذرة الصفراء في الجيل الثاني كما اوردها Stuber وآخرون ، ١٩٨٧ .

Yield-related trait	Segregating marker locus																			
	1S†	1L		2S		3S		3L			5S			5L	6L			8L	9L	10L
	P	*Adh1*	*Phi1*	*Dia1*	B	*Est8*	*Hex1*	*Tpi4*	*Pgd2*	*Mdh3*	*Pgm2*	*Mdh5*	*Amp3*	*Got2*	*Hex2*	*Idh2*	*Mdh2*	*Mdh1*	*Acp1*	*Glu1*
Whole plant																				
Grain weight	1.60*** T	1.82*** T	2.06*** T	5.08*** T		0.61** T	2.59*** T	0.30* T	3.78*** T	0.74*** T	3.18*** T	4.06*** T	4.04*** T		0.89*** T	0.32* C	0.37* C	4.50*** T	1.77*** T	0.62** C
Ear number		0.71** T	0.86*** T	4.13*** T	0.23* T				0.78*** T	2.14*** T	0.40* C						0.47* C	0.33* T		
Ear weight	2.10*** T	1.62*** T	1.66*** T	5.46*** T		0.44* T	2.13*** T	0.48** T	4.26*** T	0.80*** T	2.54*** T	3.29*** T	3.30*** T		0.81*** T	0.35* C	0.40* C	4.83*** T	2.31*** T	0.60** C
Kernel number	1.44*** T	1.87*** T	2.06*** T	3.90*** T			2.27*** T	0.29* T	3.09*** T	0.97*** T	1.17*** T	2.14*** T	2.05*** T		0.74** T			5.14*** T	0.82*** T	1.60*** C
Grain index			0.90* T			0.65** C	0.87*** T		0.78*** T	0.47* T	1.37*** T	1.73*** T	1.60*** T							
Harvest index		1.66*** T	1.78*** T	1.08*** C	0.52** C		0.96** T	0.23* T	1.02*** T	1.24*** T	0.44* C		0.78*** C		0.92*** T					
Top ear																				
Grain weight	2.60*** T	1.93*** T	1.81*** T	1.78*** T	0.24* C	0.78*** T	1.44*** T		2.35*** T	1.21*** C	8.85*** T	8.62*** T	8.12*** T	0.80*** T	0.46* T	0.46* C	0.36* C	2.94*** T	1.61*** T	0.85*** C
Ear weight	3.94*** T	0.90*** T	1.10*** T	2.00*** T	0.36* C	0.51** T	1.19*** T		2.75*** T	1.41*** C	7.27*** T	7.37*** T	6.74*** T	0.75*** T	0.43* T	0.47* C	0.30* C	3.03*** T	2.16*** T	0.80*** C
Row number	5.40*** T			0.42* C	0.25* C		1.43*** T	1.71*** T	3.67*** T	1.14*** T	2.94*** T	2.30*** T	4.82*** T	0.85** C	2.12*** C	0.60** C	0.56** C	0.95*** T	1.07*** C	4.88*** C
Kernels per row		1.94*** T	1.89*** T	1.79*** T		0.97*** C	0.27* T	0.22* C	1.14*** T	2.06*** C	3.15*** T	3.85*** T	2.84*** T	0.30* T	1.62*** T	0.43* T	0.33* T	3.29*** T	1.65*** T	1.18*** C
100-kernel weight		0.95*** C	0.88*** C	0.59** T		0.61** T				0.56** C	2.02*** T	1.19*** T	1.87*** T			0.47* C	0.36* C	0.65** C	2.35*** T	3.84*** T
Ear circumference	4.09*** T		0.57** C	1.11*** C	0.94*** C	0.47* T	0.66*** T	0.26** T	1.09*** T	0.56** C	8.31*** T	7.86*** T	11.80*** T	1.26*** T	1.37*** C	1.74*** C	1.14*** C	1.61*** T	0.40* C	1.09*** C
Ear length	1.52*** T	1.80*** T	2.14*** T	2.84*** C	0.83*** C	0.40* C	0.48** T		1.16*** T	2.31*** C	4.24*** T	2.78*** T	1.65*** T	0.72** C	0.30* T	0.32* T	0.32* T	1.93*** T	2.42*** T	0.71** C
Ear length/ ear diameter		2.01*** T	2.76*** T	1.14*** C				0.25* C	0.66** C	2.00*** C	0.95*** C		1.32*** C	1.04*** C	1.30*** T	1.33*** T	1.22*** T	0.42* T	2.25*** T	
% Cob diameter		0.60** T		2.93*** C	1.28*** C	0.60*** C	1.95*** C	2.08*** C	2.07*** C		2.22*** C	2.79*** C	3.73*** C	0.36* T				0.81*** C	3.21*** C	0.64** C
Kernel depth	1.11*** T	0.58** C	0.48* C	0.77*** T		0.98*** T	2.00*** T	1.62*** T	3.22*** T		6.33*** T	6.70*** T	9.68*** T			0.59** C	0.46* C	1.46*** T	1.77*** T	
Kernel thickness	0.20* T	0.56** C		1.90*** C		0.66** T		0.65*** T	0.63*** T	1.58*** T	0.53** C	1.94*** C	1.78*** C	0.92*** C	1.45*** C	0.85** C	0.44* C	1.90*** C		0.66** C
Kernel width	2.73*** C	0.60* T	0.33* T	0.42* T		0.50* C	1.21*** C	1.48*** C	2.41*** C	2.17*** C				2.14*** T	1.45*** T				1.48*** T	5.57*** T
Kernel base width	2.32*** C	0.67** T	0.34* T	0.71** C	0.22* C	0.84*** C	2.58*** C	3.03*** C	4.74*** C	1.77*** C	0.90*** C	0.59*** C	1.44*** C	2.50*** T	0.73** T			0.50 C		3.31*** T
Kernel volume		0.69*** C	0.62** C			0.50* T		0.69*** T	0.71** T		1.38*** T	0.55** T	1.81*** T			0.89*** C	0.78** C	0.56** C	1.92*** T	2.79*** T
Kernel density		1.20*** T	0.96*** T	1.36*** T				1.10*** C	1.24*** C				0.50* C		0.51* T	0.44* T	0.59** T			
Grain index						0.52** C	0.63*** T		0.62** T	0.34* T	1.55*** T	1.69*** T	1.64*** T						0.38* C	
Second ear																				
Grain weight		1.10*** T	1.36*** T	6.55*** T	1.04*** T	0.45* T	1.38*** T	0.29* T	2.12*** T	3.42*** T					0.81*** T			2.02*** T	0.60** T	
Ear weight		1.10*** T	1.20*** T	6.78*** T	1.03*** T	0.40* T	1.12*** T	0.37** T	2.22*** T	3.37*** T					0.77*** T			2.27*** T	0.72** T	
Second ear weight/ total weight		0.83*** T	1.04*** T	5.49*** T	1.07*** T	0.36* T	0.78*** T	0.22* T	1.42*** T	4.15*** T	1.13*** C	0.57** C	0.49** C		0.60** T			1.06*** T		

*,**,*** Denotes significance levels of F tests at 0.05, 0.01, and 0.001 probability levels, respectively. † Chromosome arm.

جدول ١٤ ـ ٢ مقدار التغاير المعنوي الذي يساهم به كل موقع جيني من المواقع العشرين المرتبطة بالحاصل والصفات الخمسة والعشرين المرتبطة بالحاصل لمحصول الذرة الصفراء معبر عنها بقيمة (R^2 × ١٠٠) الحرفان T و C يمثلان اسم الجينين قيد الدراسة (* ، ** ، ***) تمثل مستوى المعنوية ٥٪ و ١٪ و ٠,١٪ على التوالي .

قانون هاردى ـ واينبرك والتكرار الجيني :

بعد انتاج الجماعة النباتية من برنامج الانتخاب يكون التكرار الجيني فيها محكوماً بنسبة التكرار الموجود في الجماعة والتلقيح العشوائي سواء كان ذلك لتنقية تركيب وراثي معين بالانتخاب او لدى انتاج الاصناف التركيبية او المركبة ان افضل معادلة رياضية وضعت في هذا المجال هي تلك المستندة الى قانون هاردي ـ واينبرك الذي توصلا اليه كل على انفراد (Hardy, ١٩٠٨) في انكلترا و (Wienberg, ١٩٠٩) في المانيا والذي ينص على انه :

يبقى التكرار الجيني ثابتا (في حالة اتزان) لافراد الجماعة الكبيرة المتزاوجة عشوائيا اذا لم يكن هناك انتخاب لاحد الجينين او تلقيح غير عشوائي او هجرة من والى الجماعة او طفرة لاحد الجينين . اذن بقاء التكرار الجيني ثابتا في الجماعة له شروط يمكن تاييدها مرة اخرى الاتي :

١ ـ ان يكون المجتمع كبيراً وتزاوجه عشوائياً .
٢ ـ الا تكون هناك هجرة من افراد الجماعة واحداث نقص في تكرار بعض افرادها من تركيب معين كما لايسمح بهجرة (بذور او حبوب لقاح) الى داخل افراد تلك الجماعة من تراكيب اخرى .
٣ ـ الاتحصل هناك طفرة تؤثر على تغيير التكرار الجيني لاحد الجينات ضد الاخر .
٤ ـ عدم حدوث تطاير وراثي (genetic drift) وهو عندما يكون عدد الافراد قليلا يزداد التكرار الجيني لاحد التراكيب بدرجة اكبر مما لو كان المجتمع كبيراً على التركيب الاخر فيغير التكرار لصالحه .
٥ ـ عدم حدوث انقسام اختزالي غير متزن (meiotic drive) وهو ان تموت بعض الامشاج لتراكيب معينة اثناء الانقسام الاختزالي فتسبب زيادة تكرار الجين الاخر ، وهذا يحدث كذلك بوضوح عندما يكون المجتمع المتزاوج صغيراً ، وبذا نجد ان الشرطين الرابع والخامس مرتبطان اساسا بالشرط الاول وهو ان يكون المجتمع المتزاوج كبيراً حتى ينعدم او على الاقل ينخفض تأثير الحالة الرابعة والخامسة .
٦ ـ الا يكون هناك انتخاب ضد احد الجينات والمسمى (differential selection) حيث ان الانتخاب لاحد الجينات او استبعاد الاخر سوف يؤثر بدرجة كبيرة على استقرار التكرار الجيني . ان القانون الذي وضعه هاردي ـ واينبرك له اهمية كبيرة جداً في حساب ومعرفة الاتزان الجيني

لاية جماعة نباتية تتزاوج عشوائياً ويمكن التعبير عن القانون هذا رياضيا بالمعادلة :

$$q^2 + 2q(1-q) + (1-q)^2 = 1$$

يفهم من المعادلة ان مجموع التكرار الجيني يبقى واحداً (اي مساوياً لوحدة واحدة اذا كانت شروط القانون متوفرة وهذا يحدث عادة بعد كل جيل واحد من التزاوج العشوائي اي ان حالة الاتزان (التي سوف نوضحها بعد قليل) تحصل بعد كل جيل من التزاوج العشوائي. لو فرضنا ان افراداً من النباتات عددها (N) تحوي بينها نباتات (AA) متغلبة (D) ونباتات (aa) متنحية (R) ونباتات (Aa) هجينة (H) ، فان التكرار الجيني (gene frequency) للجين A يكون ولشرح

$$A = \frac{D + \frac{1}{2}H}{N} = \frac{R + \frac{1}{2}H}{N} = a$$

$$\frac{D + \frac{1}{2}H}{N} + \frac{R + \frac{1}{2}H}{N} = 1$$

هذا القانون عددياً نأخذ المثال العددي التالي : عينة من نباتات بمجموع ١٠٠٠ نبات تحوى ٢٥٠ نبات (AA) و ١٠٠ نبات (Aa) و ٦٥٠ نبات (aa) ، اي ان D و H و R تساوي ٢٥٠ و ١٠٠ و ٦٥٠ ، على التوالي ، فيكون التكرار الجيني للجين A الذي يمثل بالحرف q والجين a الذي يمثل بالحرف p كما يلي :

تكرار A = q= $\frac{٥٠ + ٢٥٠}{١٠٠٠}$ =٠,٣

تكرار a = p= $\frac{٥٠ + ٦٥٠}{١٠٠٠}$ = ٠,٧

ومن المهم هنا ملاحظة ان نسبة تكرار الجين (A) مع تكرار الجين (a) تساوي واحداً (وحدة واحدة) وهذه اهم نقطة او صفة في قانون هاردي ـ واينبرك ،

وحيث ان هذا المثال بسيط ، فيمكن ان نتناول مثالا اخر لملاحظة ثبات مجموع نسب الجينات المتزاوجة داخل الجماعة النباتية .

مثال : مجموعة من النباتات تتزاوج عشوائيا وتضم التراكيب AA = DD و Aa = H و R = ad ، تكون نتيجة التزاوج كما في الجدول ١٤ ـ ٣ .

جدول ١٤ ـ ٣ نتائج التزاوج العشوائي بين التراكيب AA و Aa و aa .

	AA (D)	Aa (H)	aa (R)
AA (D)	D^2	DH	DR
Aa (H)	HD	H^2	HR
aa (R)	RD	RH	R^2

$$D^2 + 2DH + 2DR + 2R + R^2 + H^2 = 1$$

$$\therefore \left(D + \frac{1}{2} H \right)^2 + 2 \left(D + \frac{1}{2} H \right)\left(R + \frac{1}{2} H \right) + \left(R + \frac{1}{2} H \right)^2 = 1$$

$$\therefore q^2 + 2(q)(1 - q) + (1 - q)^2 = 1$$

$$\text{or } (q + p)^2 = 1$$

لو عدنا الى المثال الاول الذي كان فيه التكرار الجيني للجين A = ٠,٣ وللجين a = ٠,٧ للاحظنا ان الجماعة النباتية اساسا لم تكن متوازنة من حيث التكرار الجيني انما حدث التوازن الجيني تماماً حسب قانون هاردى ـ واينبرك بعد جيل واحد من التزاوج العشوائي وكما يلي :

ان نسبة الافراد AA كانت تساوي ٠,٢٥ (٢٥٠ فرد من مجموع ١٠٠٠ فرد) ونسبة الافراد aa تساوي ٠,٦٥) اي ان التكرار الجيني للجين A =٠,٥ (بالجذر التربيعي) وللجين a= ٠,٨ اذن مجموع التكرار = ١,٣ (في الجيل الاصلي) وهذا يشير الى ان التكرار الجيني في تلك الجماعة لم يكن واحداً اي ان الجماعة النباتية

غير متزنة حتى حدث التزاوج العشوائي لجيل واحد فكانت نسب التكرار كما يلي :

حيث نجد ان مجموع التكرار الجيني في الجيل اللاحق بعد التزاوج العشوائي يكون

	A	a
	0.3	0.7
A		
0.3	.09	.21
0.7	.21	.49

كذلك متزناً ، فتكون نسب AA = .09 و Aa = .42 و aa = .49 وهذا يبقى ثابتاً لكافة الاجيال اللاحقة طالما توفرت شروط القانون آنفة الذكر . ان النباتات الالف التي وردت في المثال انما كانت تمثل حالة من الخلط وليست متزاوجة عشوائياً وقد اثبت ذلك التكرار الجيني الذي تم استخراجه من نسبة الجينات AA = ٠,٢٥ و aa = ٠,٦٥ . ولدى تزاوج هذه النباتات مع ١٠٠ نبات من تركيب Aa لجيل واحد (عشوائياً) حدث الاتزان في التكرار الجيني . ان الاتزان بين افراد الجماعة يمكن الحكم عليه بواحد او اكثر من الطرق التالية :

١ ـ ان تكون نسبة Aa من جيل لاخر ثابتة طالما ان التزاوج عشوائي ولا يوجد ما ينقض شروط قانون هاردي ـ واينبرك .

٢ ـ ان تكون نسبة

$$\frac{Aa}{\sqrt{Aa \times aa}} = ٢$$

٣ ـ ان يكون مجموع التكرار الجيني = ١

مثال : في جماعة نباتية من الذرة الصفراء متزنة فيها BB = ٣٦٠ و Bb = ٤٨٠ و bb = ١٦٠ ، اريد خفض التركيب bb للصفة قيد الدراسة من ٠,٤ (كما في المثال) الى اقل من ٠,٢ مع الحفاظ على الاتزان في الجماعة .

الطريقة : يمكن خفض التكرار الجيني لاي جين معروف بالانتخاب ضده او استعادة اذا كان يمكن تمييزه بالذات ، وهنا يمكن تمييز الصفة المتنحية bb ، وباجراء التزاوج العشوائي الاول حسب التكرار الجيني في المثال B = ٠,٦ و b = ٠,٤ نحصل على الاتي :

ونلاحظ ان التكرار الجيني بقي ثابتاً للجينين B = ٠,٦ و b = ٠,٤ (bb = ٠,١٦) وباستبعاد افراد bb من بين افراد الجماعة يكون التكرار

	B .6	b .4
B 6	.36	.24
b .4	.24	.16

للجين B = $\frac{٠,٣٦ + ٠,٢٤}{٠,٨٤}$ = ٠,٧١

وبالطرح يكون تكرار الجين b = ٠,٢٩ (لان الجماعة كانت متزنة) اذن يكون التزاوج العشوائي الثاني كالاتي:

وبذا يكون التكرار الجيني بعد التزاوج العشوائي الثاني كما يلي

B	B .71	b .29
.71	5041	2059
.29	2059	.0841

B = $\frac{٠,٥٠٤١ + ٠,٢٠٥٩}{٠,٩١٦}$ = ٠,٧٧

∴ b = ٠,٢٣

وباستبعاد افراد bb (٠,٠٨٤١) يكون التزاوج المقبل

كما في التزاوج العشوائي الثالث وعليه يكون التكرار الجيني للجين

	BB 77	bb 23
.77	.5929	.1771
bb .23	.1771	.0529

B = $\frac{٥٩٢٩ + ٠,١٧٧١}{٠,٩٤٧}$ = ٠,٨٢

إذن تكرار الجين b = ۰٫۱۸

وبذا نكون قد وصلنا الى النسبة المطلوبة من افراد (bb) بحيث يكون تكرار الجين (b) اقل من ۰٫۲۰ بعد ثلاثة اجيال من التزاوج العشوائي والاستبعاد لافراد (bb) قبل كل تزاوج وهكذا يمكن التحكم بالصفة الكمية المطلوبة عن طريق استبعاد التراكيب غير المرغوبة من بين الجماعة النباتية المتزاوجة .

مقدار التقدم الوراثي بالانتخاب وانواع الاستجابة له :

ان اهم عاملين يحددان مقدار التقدم الوراثي نتيجة الانتخاب هما :

١ ـ درجة التوريث : ، وهذا يخضع لطبيعة التأثير الجيني وعدد الجينات وتداخلاتها ونوع الجينات الحاكمة للصفة هل هي رئيسية ام ثانوية وبالتالي مقدار التغايرات الوراثية الظاهرة بين افراد الجماعة ، ومدى تأثر هذه التغايرات بعوامل البيئة المختلفة .

٢ ـ شدة الانتخاب : وهي منوطة بقرار ورأي المربي المعتمد اساساً على درجة التوريث من جهة وعلى حجم الافراد الذي يمتلكه المربي اي المساحة المزروعة بتلك النباتات فكلما كان عددها كبيراً كان بامكان المربي استخدام شدة انتخاب قاسية مثل ۰٫۰۰۱ او ۰٫۰۱ او ۰٫۰۰٥ ؛ اما اذا كانت الاعداد لا تسمح بذلك فلابد من اعتماد نسبة اعلى حتى يتجنب المربي حدوث التلقيح الداخلي . لقد عرف لدى مربي النبات وصول الجماعة النباتية الى التجانس ۱۰۰٪ للصفات الكمية امر مستحيل لانه لا يمكن جمع كافة الجينات المتعددة نقية في تلك الجماعة ، اذ بتعبير اخر لا يمكن استبعاد كافة الجينات غير المرغوبة ۱۰۰٪ في صفة كمية لتعدد الانعزالات وصعوبة التمييز بين تراكيب عديدة .

انواع الاستجابة للانتخاب :

١ ـ استجابة اولية سريعة ثم تباطؤ

هناك صفات كمية تحكمها عدة جينات رئيسية ، يعمل المربي على الانتخاب لافضلها حتى اذا تجمعت الجينات الرئيسية في الدورات الاولى للانتخاب بدأت الاستجابة البطيئة بسبب بقاء الجينات الثانوية ذات التأثير الاقل ، وبذا تكون الدورات الاضافية من الانتخاب غير فعالة في تجميع او اضافة درجات اخرى الى الصفة .

٢ ـ استجابة بطيئة مستمرة :

من افضل الامثلة التطبيقية على هذه الحالة من الاستجابة هو الانتخاب لنسبتي الزيت والبروتين في حبوب الذرة الصفراء وقد ذكر Dudley ، ١٩٧٤ ان الانتخاب قد بدأ على نباتات من الذرة الصفراء ذات معدل نسبة زيت تراوحت بين ٣,٧ ـ ٦٪ ولم تتفوق في الجيل الاول من الانتخاب اية نباتات في نسبة الزيت ، الا انه ظهرت في الجيلين الثاني والثالث بضعة نباتات تفوقت في نسبة الزيت على النباتات الاصلية ، حتى اذا وصل البرنامج الانتخابي الى الجيل العاشر كانت هناك حوالي ٥٪ من النباتات ذات نسبة زيت بحدود ٨,٥٪ ووصلت الزيادة بشكل مستمر حتى الجيل السبعين فبلغت ما يقارب ١٨٪ وكان الحال مشابهاً كذلك في الانتخاب لنسبة البروتين في الحبوب حيث تجاوزت نسبة ٢٨٪ بعد ما ابتدأت من معدلات بحدود ٩,٥٪ . لقد ظهرت بعض الارتباطات السالبة مع زيادة نسبة الزيت في الحبوب مثل قصر النبات وصغر حجم العرنوص وكان ذلك بسبب التزاوج الداخلي الذي حصل بين افراد النباتات المتشابهة في هذه الصفات .

٣ ـ عدم وجود استجابة :

ان هذه الحالة تعتبر اساساً غير موجودة في برامج الانتخاب في الذرة الصفراء ، الا انها حصلت للعديد من الدراسات بعد ان نشر Hopkins (١٨٩٨) نتائج دراسته على طريقة الانتخاب المعروفة (عرنوص ـ خط) لزيادة حاصل الذرة الصفراء . لقد بدأ واضحاً ان الدراسات التي اعتمدت هذه الطريقة واخفقت في تحقيق زيادة في حاصل الحبوب كانت بسبب عدم ضمان استثمار التغايرات الموجودة فعلاً في الحاصل بين النباتات المتغايرة وراثياً ، وقد فند

Robinson وآخرون (١٩٥٦) فكرة عدم وجود استجابة للانتخاب بهذه الطريقة واكدوا وجود التغاير الوراثي الاضافي في نباتات خلطية التلقيح من الذرة الصفراء واوضحت الابحاث الاخرى التي اجريت من بعدهم ان الانتخاب الكمي اذا كانت ترافقه طريقة اختبارية لتشخيص النباتات ذات التوريث العالي للحاصل مثل اختبار الذرية (progeny test) او التلقيح القمي (top crossing) فان الانتخاب الكمي او عرنوص ـ خط يكون فعالاً على النباتات المفتوحة التلقيح سيا التي ما زالت في تغايراتها الطبيعية في تلك المنطقة او التي ادخل عليها التزاوج بين تراكيب مختلفة .

٤ ـ استجابة اولية سريعة ثم توقف ثم استجابة :

اشارت بعض الدراسات انه قد تحصل زيادة في الصفة الكمية المتخب لها في الاجيال الاولى من الانتخاب ثم يصبح بعدها الانتخاب غير فعال ويعلل الباحثون هذه الحالة بأن بعض الجينات يمكن ان (تخزن) ضمن التراكيب الوراثية قيد الدراسة ، حتى اذا تغيرت طريقة التزاوج او الانتخاب ظهرت الاستجابة مرة اخرى مستكشفة لتلك التغايرات التي بقيت لبعض الاجيال غير منظورة .

ثبات صفات التركيب الوراثي
Characteristics Stability of genotyps

ان اية صفة للكائن الحي هي خاضعة اساساً لتأثير البيئة بدرجة او باخرى فمثلاً نقول ان الصفات النوعية التي يحكمها زوج من الجينات او زوجان لاتتأثر بعوامل البيئة ، الا ان هذا التعبير قابل للنقد فيا اذا اخذنا بنظر الاعتبار بيئة الجين (gene ecology) التي بدونها لايمكن للجين ان يعبر عن الصفة التي يحكمها ومثال ذلك لون الزهرة فيا اذا كان احمر اللون وكانت درجة الحرارة عالية جداً فان اللون الاحمر وكانت درجة الحرارة عالية جداً فان اللون الاحمر يكون خافتاً حتى يبدو وردياً او حتى ابيضاً فيا اذا ارتفعت درجة الحرارة اكثر وطالت المدة التي تعرضت لها ، اما الصفات الكمية ومنها بالدرجة الاساس صفة الحاصل (حاصل الحبوب او حاصل الاوراق او حاصل الحبوب او حاصل الاوراق او حاصل السيقان او الدرنات ... الخ) كلها معرضة لدرجة كبيرة لتأثير عوامل البيئة اكثر بكثير من تأثر الصفات النوعية لأن مثل هذه الصفة تتأثرببيئة

الجين من جهة وبعوامل النمو الرئيسية من جهة اخرى . من هذا الجانب تكون صفات الصنف منها ماهو شبه ثابت او مستقر مثل الصفات النوعية (من الناحية التطبيقية الانتاجية تعتبرها ثابتة) ومنها ماهو مختلف غير مستقر مثل الصفات الكمية ، وعليه فان دراسة درجة ثبات (stability = repeatability) هذه الصفات امر هام بالنسبة للتركيب الوراثي المستخدم او المنتج بطرق تربية النبات او المستقدم من منطقة جغرافية اخرى . ان سلوك انعزال الصفات الكمية هو نفس اسلوب انعزال الصفات النوعية من جيل لاخر ، الا انه نظراً لتعدد الجينات المسؤولة عن الصفات الكمية تكون الصفة الناتجة متدرجة (continuous) وليست متقطعة (discrete) كما هو الحال في الصفة النوعية يعبر عن الصفة المظهرية بدرجة تلك الصفة التي يطلق عليها القيمة المظهرية (phenotypic value) والتي هي درجة سلوك فرد معين في بيئة معينة ، اما معدل جميع القيم المظهرية لتراكيب وراثية نامية في بيئات مختلفة فيعبر عنها بالقيمة الوراقية (genotypic value)

. ان دراسة ثبات او استقرار الصفات الكمية يقع اساساً ضمن دراسة تداخلات الوراثة × البيئة (genotype x envirorment interaction) . ان قدرة او قابلية التركيب الوراثي على اظهار درجة الصفة مرتبط بالنوع الوراثي (genotype) والذي هو حصيلة توليفة الجينات في ذلك الفرد ، كما يرتبط بمعدل تأثير الجين الموجود في توليفة الجينات تلك ومدى قدرة ذلك الجين او الجينات على التعبير عن صفاتها عند تغيير عوامل النمو المحيطة بالفرد . ان ذلك يوضح ان الصفة المظهرية (P) هي نتيجة لتأثير عاملي التركيب الوراثي (G) والبيئة (E) وتداخلاتها وكما يلي :

$$P = G + E$$

$$\sigma^2 P = \sigma^2 G + \sigma^2 E + 2\sigma GE$$

$$\sigma^2 G = \sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 I$$

حيث تمثل (A) التأثير الاضافي (additive) و (D) تأثير التغلب (dominance) و (I) تأثير التفوق (epistasis) ، ومن الجدير بالذكر ان نوع التزاوج الذي يتم عليه الانتخاب لانتاج التركيب الوراثي له اثر كبير على التغاير الوراثي الذي نحصل عليه في الذرية المنتخبة وذلك كما يلي (Moll and stuber, 1974) :

تزاوج عشوائي (بدون تغلب وبدون تلقيح داخلي = $\frac{1}{2}\sigma^2 A$

تزاوج نصف اخوة (half - sib) = $\frac{1}{4}\sigma^2 A$

تزاوج اخوة تامة (full - sib) = $\frac{1}{2}\sigma^2 A + \frac{1}{2}\sigma^2 A$

علماً بأن هذه القيم سوف تتغير دون شك تبعاً لتغير نسب التلقيح الداخلي بين افراد الذرية ، وقد اشارت دراسات عديدة الى ان العديد من الصفات الهامة في الذرة الصفراء ولتراكيب عديدة مفتوحة التلقيح وتركيبية وهجن واصناف مركبة غالباً ماتكون نتيجة التأثير الاضافي اكثر ماهو نتيجة التأثير المتغلب (في برامج الانتخاب) . ان الاصناف او التراكيب الوراثية التي نحصل عليها من الانتخاب سواء كانت مفتوحة التلقيح او تركيبية او مركبة تكون خاضعة دون شك الى تأثيرات عوامل البيئة المختلفة من تربة لآخرى ومن موسم لآخر ومن عام لآخر وحسب اختلاف عوامل المناخ والتربة المحيطة بالنبات اثناء مراحل النمو المختلفة . لقد قدر بعض الباحثين انه لو زرعت ١٠ انواع وراثية في ١٠ بيئات فانها يمكن ان تعطي توليفات مختلفة (من الصفات العديدة المتباينة الدرجات) بما يوازي (١٠ ^١٤٥^) وهو رقم كبير جداً يفوق حتى اعداد كافة النباتات على سطح هذا الكوكب .

ان استقرار صفات النوع الوراثي الواحد المزروع في عدة بيئات يعتمد على عدة عوامل مرتبطة بتركيبته الوراثية وهي :

١ ـ التوازن الفردي في الصنف **(individual buffering)**

وهو يتعلق بتوليفة الجينات في الفرد الواحد بحيث تتعاون فيما بينها لاعطاء افضل حالة وراثية ويحصل هذا عادة في السلالات النقية للمحاصيل الخلطية التلقيح ومنها الذرة الصفراء وكذلك في افراد نباتات المحاصيل الذاتية التلقيح وكذلك النباتات الهجينة حيث تكون النباتات الهجينة للتركيب الواحد متجانسة (homogenous) . مع بعضها ومتشابهة السلوك للصفات المختلفة .

٢ ـ التوازن الجماعي لافراد الصنف **(population buffering)** :

يعمل هذا التوازن في جماعات النباتات التركيبية (synthetics) ومفتوحة التلقيح التي تكون متغايرة التركيب بين نبات واخر غير متجانسة



(heterogenous) حيث باختلافها هذا تتمكن من مقاومة الظروف البيئية وتضمن ثباتا جيدا لصفاتها .

٣ ـ بيئة الجين (gene ecology) وتعمل بيئة الجين اللازمة لتعبير الجين عن فعله لاظهار الصفة حيث هناك جينات تتمكن من اظهار قدرتها على احداث صفاتها على الرغم من قساوة بيئة الجين اللازمة لضمان سلوكه ، لقد اوضحت هذه الحالات الدراسة التي اجراها (Elsahookie ، ١٩٨٥ على ثبات صفات الذرة الصفراء وفول الصويا المزروعة في عدة بيئات والتي سوف نتطرق اليها لاحقاً في هذا الفصل .

اذا كان التداخل بين الوراثة × البيئة عاليا فان ذلك يشير الى وجود اختلاف في الحاصل او الصفة اللانواع الوراثية من بيئة لاخرى بشكل مختلف ، بينما اذا كان هذا التداخل غير معنوي (لايوجد تداخل) فان ذلك يشير الى ان تلك التراكيب او الانواع الوراثية قد سلكت سلوكا متشابها في تلك الصفة في كافة البيئات التي درست فيها ، ان الصنف الثابت الصفة يعطي حاصلا واطئا عادة في الجينات الجيدة الانتاج وعاليا (اكثر من الاصناف الاخرى) في البيئات الواطئة الانتاج (البيئات الحدية) .
هناك عدة طرق لتقدير او دراسة تأثير تداخلات الوراثة × البيئة منها مايلي : ـ

١ ـ زراعة التراكيب الوراثية في عدة مكررات وعدة بيئات وتحليل البيانات الماخوذة منها حسب الطريقة التالية المبنية في جدول تحليل التفاير (١٤ ـ ٤) .

جدول ١٤ ـ ٤ . تحليل التفاير لتراكيب وراثية مزروعة في عدة بيئات .

S. O. V.	d. f	M. S.	expected mean square
Environments (E)	e − 1	———	$\sigma^2 + r\sigma^2 ge + rg\sigma^2 e$
Genotypes (G)	g − 1	MS_1	$\sigma^2 + r\sigma^2 ga + re\sigma^2 g$
E × G	(e − 1) (g − 1)	MS_2	$\sigma^2 + r\sigma^2 ge$
Error	ge (r − 1)	MS_3	σ^2

ان النموذج المستخدم في التحليل المذكور هو من النوع العشوائي (random model) وعليه يمكن استخراج قيمة $\sigma^2 G$ و $\sigma^2 p$ كالاتي :

$$\sigma^2 GE = \frac{Ms_2 - Ms_3'}{r} \quad , \sigma^2 G = \frac{Ms_1 - Ms_2}{re}$$

$$\sigma^2 P = \sigma^2 G + \sigma^2 E + 2\,\sigma\, GE$$

اما لو استخدم النموذج الثابت (fixed model) فان معدل التغاير المتوقع (expected mean square) لمصادر التغاير يكون كالاتي :

S.O.V	EMS
E (a)	$\sigma^2 + rb\,\sigma^2 a$
G (b)	$\sigma^2 + ra\,\sigma^2 b$
E ×G	$\sigma^2 + r\,\sigma^2 ab$
Error	σ^2

٢ ـ دراسة الارتباط (correlation) بين صفات الانواع الوراثية في بيئة معينة مع ذات الصفات والانواع الوراثية في بيئة او بيئات اخرى . فمثلا لو كانت قيمة حاصل النبات للاصناف في بيئة معينة هي ١٢٠ و ١٣٠ و ١١٥ و ١٤٠ و ١٧٠ غم .. الخ من الاصناف ، وفي بيئة اخرى بنفس التركيب هي على التوالي ٩٥ و ١١٠ و ٩٠ و ١١٥ و ١٣٥ غم فانه بعد الحصول على عدد كاف من مثل هذه البيانات يطبق عليها اختبار معامل الارتباط (r) وتستخرج قيمته ، فاذا كانت قيمة (r) موجبة وعالية ومعنوية فذلك يشير الى قلة اهمية التداخل بين الوراثة x البيئة اما لو كانت قيمة (r) سالبة وعالية ومعنوية فان ذلك يؤكد على اهمية قيمة التداخل .

٣ ـ دراسة الارتداد (الانحدار) (regression)

تزرع التراكيب الوراثية في عدة بيئات وتحلل حسب طريقة خاصة ، ويتم استخراج قيمة معامل الانحدار (b) للتراكيب الوراثية حيث ان معدل الصنف يرتد على معدل الاصناف في البيئات اي اعتبار معدل الاصناف يساوي تأثير

البيئة في كافة البيئات او ان معدل حاصل الصنف يرتد على معدل حاصل البيئة لتلك الاصناف . وتكون قيم الانحدار (b) ممثلة للمعاني التالية :

قيمة b تقرب من واحد تعني ثباتاً جيداً (ضمن المعدل) .

قيمة b اقل من واحد تعني ثباتاً اعلى من المعدل .

قيمة b اكثر من واحد تعني ثباتاً اقل من المعدل .

ويعرف الصنف (الثابت = stable) في هذه الطريقة بانه الصنف الذي يعطي حاصلاً افضل من غيره في البيئات الضعيفة وحاصلا اوطأ نسبياً في البيئات المناسبة . اما الصنف المثالي (ideal) فهو الصنف الذي يعطي حاصلا اعلى في الظروف الجيدة مع اعلى درجة ثبات في البيئات المختلفة . ان هذه الطريقة فيها اراء عديدة ومتناقضة احياناً حول تفسير معاني قيم (b) عندما تكون عالية او واطئة وكم هي عالية وكم هي واطئة وهل تكون ضمن قيمة واحد او تزيد عليها كما في بعض الطرق الاخرى . ان من بين افضل الدراسات حول هذه الطريقة هو مانشره Finlay و Wilkinson (١٩٦٣) و Eberhardt و Russel (١٩٦٦) و Freeman (١٩٧٣) .

٤ ـ زراعة الانواع الوراثية في عدة مكررات وعدة بيئات او عدة سنوات ، حيث ان السنة تعتبر بيئة كما يعتبر اي موقع في نفس السنة او سنة اخرى هو بيئة . ان هذه الطريقة تستخدم معادلة بسيطة تستند اساسا الى فكرة الباحث الاحصائي المعروف (Fisher) الذي حدد ان وجود نسبة ١٥٪ فاكثر من معامل التغاير (coeffciant of variability) تعتبر مدعاة للتساؤل عن سبب ذلك التغاير او الاختلاف بين المعاملات ، حيث وضعت المعادلة التالية :

$$\text{Homeostasis}\%_{o} = 1 - \frac{s}{\bar{x}} \quad (\text{Elsahookie}, 1985)$$

حيث تمثل (s) معدل انحراف الصنف في البيئات المختلفة وتمثل ($\bar{x}$) معدل قيمة الصفة للصنف في كافة البيئات ، وعلى هذا الاساس فان نسبة ثبات اقل من ٨٥٪ للصنف تعتبر واطئة وان الصنف يكون غير ثابت ويرفض للزراعة في تلك المنطقة او البيئة .

هناك كذلك ما يسمى بالثبات العام (general homeostasis) الذي يمثل مقارنة معدل حاصل الصنف لكل البيئات مع حاصل الصنف في كل بيئة ، بينما الثبات الخاص (specific homeostasis) يمثل مقارنة معدل حاصل الصنف لعدة مواقع في بيئة واحدة مع حاصل كل موقع وتقاس كلا الصنفين بنفس المعادلة

المذكورة . كما ان هناك مقياساً هاماً لم يسبق التطرق اليه في الطرق الاخرى التي ذكرناها وهو مقياس المحصلة الوراثية التي تستخرج كالاتي :

$$\text{genotypic resultant} = \text{homeostasis }\% \times \frac{\text{mean of cultivar}}{\text{mean of all cultivars}}$$

وقيمة هذا المقياس كلما كانت قريبة من واحد (٠,٩٥ ــ ٠,٩٩ مثلاً) فانها تعني ان الصنف ذو حاصل عال وثبات جيد والعكس صحيح ، وفيما يلي مثال لتوضيح ذلك :

مثال : لغرض الثبات المظهري لاصناف من محصول فول الصويا المزروعة في عدة بيئات ، زرعت خمسة اصناف من المحصول في ثمان بيئات ، المطلوب معرفة افضل الاصناف من حيث ثبات الحاصل وافضل الاصناف من حيث ثبات الحاصل وارتفاعه (الحاصل) في نفس الوقت وهل يوصى بزراعته ام لا :

ويلاحظ من الجدول (١٤ ــ ٥) ان اعلى نسبة ثبات مظهري معبر عنها بنسبة مئوية كانت ٨٠٪ للصنف (لي) والذي يعرف انه افضل الاصناف المجربة في العراق لحد الان لكنه واستناداً الى القانون السابق للثبات المظهري لا يمكن الايصاء بزراعته من الناحية العلمية لان معدل ثباته اقل من ٨٥٪ التي حددتها المعادة آنفاً ، اما لو تم حساب المحصلة الوراثية التي تساوي :

جدول ١٤ ــ ٥ معدلات حاصل البذور (كنتال/ هكتار) لاصناف فول الصويا المزروعة في عدة بيئات وقيم الثبات المظهري والمحصلة الوراثية لها (ابو غريب ــ العراق) .

	environments												
Cultivars	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Mean	S	$s/\bar{x}$	General homeostasis	Genotypic resultant
Lee	11.6	18.5	13.4	17.9	12.5	14.5	17.4	11.3	14.64	2.92	0.20	0.80	0.88
Williams	9.6	26.0	9.3	19.0	8.0	13.2	22.9	17.4	15.68	6.71	0.43	0.57	0.67
Clark 63	7.8	22.7	5.3	9.4	11.5	6.8	6.9	9.2	9.95	7.23	0.73	0.27	0.20
Columbus	11.2	28.3	7.0	11.3	9.8	8.9	17.6	12.4	13.31	6.80	0.51	0.49	0.49
Calland	12.0	28.1	5.2	12.1	7.7	7.8	16.9	11.6	12.68	7.19	0.57	0.43	0.41
Mean	10.4	24.7	8.0	13.9	9.9	10.2	16.3	12.4	13.25				

$$\text{genotypic resultant} = \text{homeostasis \%} \times \frac{\text{mean of cultiver}}{\text{mean of all cultyivers}}$$

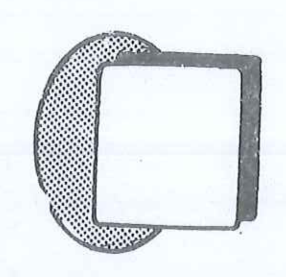
$$= 0.80 \times \frac{14.64}{13.25} = 0.88$$

: لا يمكن الايصاء بزراعة اي صنف من الاصناف المذكورة في الدراسة نظراً لعدم وجود اي صنف معدل ثباته ٨٥٪ او اكثر ، كما انه لا يمكن الايصاء بزراعة اي صنف من الاصناف ذاتها بالاعتماد على المحصلة الوراثية لانها منخفضة واقل من واحد ، لان التوصية في المعادلة السابقة تنص على ان الصنف الذي يوصي به على اساس الثبات المظهري والحاصل العالي (المحصلة الوراثية) يجب ان يمتلك محصلة وراثية ذات قيمة تقارب قيمة واحد او اكثر ، وبذا نجد ان افضل صنف في الثبات المظهري والمحصلة الوراثية كان الصنف (لي) الا انه اقل من ان يوصي بزراعته للانتاج الواسع في المنطقة ، وعليه لابد من ايجاد اصناف افضل منه ، وبتطبيق نفس هاتين المعادلتين على تراكيب وراثية (لقائح) من الذرة الصفراء مزروعة في ست بيئات نجد ان الفرق كبيراً جداً بين قابلية تراكيب الذرة الصفراء في التطبع الواسع وبين اصناف فول الصويا المحدودة التطبع في مثالنا المذكور وكما في جدول ١٤ – ٦ .

يتضح من المثال ان ثلاثة لقائح هي (N × L) و (L × N)و (N × P) اعطت قيماً للثبات المظهري موجبة اي تصلح لنشر زراعتها في تلك المنطقة لانها ذات ثبات مظهري بالقيم ٨٩٪ و ٩٤٪ و ٩٢٪ ، اما فيما يتعلق بالايصاء بزراعتها على انها ذات حاصل عال اضافة الى ثباتها المظهري فذلك يعتمد على محصلتها الوراثية حيث تفوق اللقيحان (N × L) الذي اعطى ٩٥٪ و (L × N) الذي اعطى ٩٨٪ وبملاحظة الحاصل نجد ان الاول كان ذا حاصل ١٠٤,٢ كنتال/ هكتار والثاني ١٠١,٦ كنتال/ هكتار وبذا فقد ضمن هذان التركيبان الثبات الوراثي الجيد (اعلى من ٨٥٪) والمحصلة الوراثية العالية (تقارب الواحد) وهما افضل التراكيب لنشر زراعتها في تلك المنطقة ، كما يمكن وكما اشرنا سابقاً اعادة زراعة اي صنف لعدة مرات (مواقع) في نفس المنطقة ولعدة مواسم واعتبار المواقع والمواسم كلها بيئات واستخراج الثبات المظهري الخاص (specific homeostasis) واستخراج المحصلة الوراثية بنفس المعادلتين السابقتين .

جدول ١٤ ـ ٦ معدلات حاصل بذور الذرة الصفراء (كنتال/ هكتار) المزروعة في ست بيئات مع قيم ثباتها المظهري ومحصلاتها الوراثية (التجربة في منطقة ابي غريب/ العراق):

Gonotypes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Mean	S	s/x	General homeostasis	Genotypic resultant
	environments										
N x L	120.5	95.4	107.9	89.3	113.7	98.4	104.20	11.85	0.11	0.89	0.95
L x N	92.7	111.9	102.5	104.3	98.3	99.9	101.60	6.44	0.06	0.94	0.98
P x N	75.4	96.6	93.4	94.4	89.3	71.0	86.68	10.80	0.13	0.87	0.78
N x P	84.0	102.9	101.2	91.8	102.6	95.3	96.30	7.48	0.08	0.92	0.91
Mean	93.2	101.7	101.3	95.0	101.0	91.2	97.20	4.67	0.05	0.95	0.95



الفصل الخامس عشر

التوريث Heritability

عندما تدرس صفة نوعية للنبات بقصد تحسينها بالانتخاب لها في التركيب الوراثي قيد الدراسة يمكن التعامل معها والانتخاب لها بعد معرفة عدم ازواج الجينات التي تتحكم بها ودرجة التغلب ووجود او عدم وجود التلازم (Linkage) بين تلك الصفة والصفات الاخرى ، حيث ان مثل هذه الحالة تعتمد على التوارث (inheritance) والذي هو عملية انتقال الصفة من الاباء الى الابناء ، اما في حالة دراسة صفة كمية فانها تتحكم بها عدة ازواج من الجينات وبذا تكون الصفة المدروسة في الذرية الناتجة متدرجة (continuous) على خلاف حالة الصفة النوعية حيث تكون متقطعة (discrete) وبذا لابد من معرفة التوريث (heritabilty) فيها والذي هو عبارة عن درجة توارث الصفة الكمية من الاباء المنتخبة الى الابناء الناتجة او مقدار تغاير الصفة الكمية من جيل لاخر ، او درجة التشابه في الصفة الكمية بين الآباء والابناء ، او نسبة التغايرات الوراثية الى مجموع التغاير للصفة ، وفي كل تلك الحالات يمكن التعبير عن التوريث رياضياً بالمعادلة الاتية :

$$h^2\ \% = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 E}$$

حيث تمثل h^2 نسبة التوريث و $\sigma^2 G$ التغاير الوراثي و $\sigma^2 P$ التغاير المظهري (الكلي) او $\sigma^2 E$ التغاير البيئي ، وهذه المعادلة تعبر عن التوريث بالمعنى الواسع (broad sense) وهناك التوريث بالمعنى الدقيق (narrow sense) وسوف نتطرق الى حساب التوريث حسب طريقة القياس المناسبة للدراسة المعتمدة وكما يلي :

١ ـ دراسة حالة الانعزال البسيط :

لنفترض انه عزلت سلالتان من الذرة الصفراء ، احداهما بحاصل ١٠٠ غم للنبات والثانية ٨٠ غم للنبات وتم التضريب بينهما والحصول على الجيل الاول الذي زرعت بذوره للحصول منه على بذور الجيل الثاني التي زرعت وانعزلت النباتات للصفة المدروسة الى ثلاث مجاميع في وزن الحاصل للنبات هي ٨٠ و ٩٠ و ١٠٠ غم وبنسبة ١ : ٢ : ١ وعلى افتراض عدم وجود تغلب ، يمكن في هذه الحالة حساب التغاير الوراثي في الجيل الثاني كالاتي :

$$\sigma^2 G = \frac{(100 - 90)^2 + 2(90 - 90)^2 + (80 - 90)^2}{4} = 50$$

وحيث ان هذه البيانات مأخوذة من مكررات التصميم التجريبي المناسب لهذا الاختبار وهو التصميم العشوائي الكامل فيمكن تحليل البيانات واستخراج قيمة تغاير الخطاء (EMS) من التحليل الاحصائي والذي كان (١٥٠) واعتباره مساويا الى مجموع التغاير الكلي ($\sigma^2 P$) تكون قيمة التوريث بالمعنى الواسع كما يلي :

$$h^2_{BS} \,°/_\circ = \frac{50}{150} = 0{\cdot}33$$

اي ان التأثير البيئي كان مشاركا بمعدل ٠,٦٧ من مجموع التغايرات لصفة حاصل النبات ، بينما التأثير الوراثي كان مشاركا بمعدل ٠,٣٣ .

ان الانتخاب للصفة الكمية يرتبط بثلاثة عوامل هامة :

١ ـ درجة التوريث للصفة المدروسة .

٢ ـ مقدار تداخل الوراثة × البيئة للصفة المدروسة .

٣ ـ شدة الانتخاب للصفة المستخدمة في البرنامج .

وبذا فانه اعتماداً على العوامل المذكورة هذه يكون مقدار التحصيل الوراثي نتيجة الانتخاب (GS)

(genetic gain due ot selection)

معبر عنه بالمعادلة التالية كما يلي : ـ

$$Gs = K . \sigma P . h^2$$

حيث تمثل h^2 درجة التوريث و σP مقدار الانحراف المعياري للصفة المدروسة والذي يستخرج بالجذر التربيعي للتغاير الكلي $\sigma^2 P$ ، بينما تمثل K عاملاً ثابتا يتناسب مع شدة الانتخاب المتبعة ، حيث تأخذ K القيم

٢,٦٤ و ٢,٤٢ و ٢,٠٦ و ١,٧٦ و ١,٤٠ و ١,١٦ لشدة الانتخاب ١٪ و ٢٪ و ٥٪ و ١٠٪ و ٢٠٪ و ٣٠٪ على التوالي.

مكونات التغاير الوراثي :

لقد استخدمنا تعبير التغاير الوراثي $\sigma^2 G$ في المعادلات السابقة ، وحيث ان هذا التغاير له مكونات مختلفة فلا بد من ايضاح هذه المكونات لمعرفة اي منها يلعب الدور الهام في وراثة الصفة :

١ ـ الاضافي **(additive)** :

في هذه الحالة يضيف كل جين مقداراً معينا من الصفة الى التركيب الذي يحمله ، فاذا كان الجين Y هو الذي يتحكم بلون حبة الذرة الصفراء (السويداء endospeem) فان هذا اللون يكون اصفر داكن (YYY) واصفر (YYy) واصفر فاتح (Yyy) وابيض (yyy) ، وهكذا نجد أن كل جرعة من الجين Y تضيف درجة اكثر من اللون كلما اضيفت الى التركيب الوراثي جينات متغلبة من Y . لو اخذنا صفة بزوج واحد من الجينات فان الصفة سوف تكون درجتها حسب التسلسل $AA > Aa > aa$.

٢ ـ التغلب **(dominance)**

يحدث التغلب عن طريق تداخل فعل الجينات على نفس الموقع الجيني على الكروموسوم ، وبذا تكون الصفة المذكورة في شدتها بالنسبة لهذه الحالة حسب التسلسل $AA = Aa > aa$.

٣ ـ التفوق **(epistasis)** :

يحصل التفوق نتيجة تداخل فعل الجينات على موقعين مختلفين على الكروموسوم ، وبذا تكون قيمة الصفة في هذه الحالة حسب التسلسل $AB > A = B =$ صفر .

انه لغرض ايضاح كيفية سلوك كل حالة من حالات مكونات التغاير الوراثي نورد الامثلة التالية لكل مكون من مكونات التغاير الثلاثة :

المكون الاضافي :

لصفة كمية معينة لو اعطي الاساس الوراثي المتنحي aabb=١ واعطي الجين A = ٢ والجين B =١ فان التراكيب الناتجة عن الانعزال سوف تأخذ القيم التالية حسب تراكيبها الوراثية وما تحويه من جينات A و B كما في جدول ١٥ ـ ١ .

جدول ١٥ ـ ١ قيم الصفة حسب تأثير المكون الاضافي .

AABB	AABb	AAbb
7	6	5
AaBB	AaBb	Aabb
5	4	3
aaBB	aaBb	aabb
3	2	1

ومن الواضح من جدول التراكيب الوراثية المختلفة ان قيمة الصفة تناسبت تماماً مع عدد جينات A و B فيها فمثلا التركيب AABB اخذ سبع نقاط لان فيه جينين من A باربع نقاط وجينين من B بنقطتين اضافة الى نقطة واحدة للاساس وهكذا .

مكون التغلب :

لو اخذنا نفس الصفة المذكورة في المكون الاضافي واعطي الاساس كذلك قيمة ١ والجين A = ٢ و B = ١ فان قيم التراكيب الوراثية استناداً الى حالة التغلب سوف تأخذ القيم الموضحة في جدول ١٥ ـ ٢ .

جدول ١٥ ـ ٢ . قيم الصفة حسب تأثير مكون التغلب

AABB	AABb	AAbb
4	4	3
AaBB	AaBb	Aabb
4	4	3
aaBB	aaBb	aabb
2	2	1

ومن السهولة ملاحظة درجة تأثير المكون الاضافي في زيادة قيمة الصفة حيث بلغت سبع نقاط في المكون الاضافي بينما لم تتجاوز اربع نقاط في مكون التغلب مما يؤكد لمربي اهمية التعامل مع المكون الاضافي دائماً في مجال الانتخاب للصفات الكمية لانه يعطي قيما نتيجة الانتخاب المستمر وزيادة التكرار الجيني للجين المفضل تقدماً واضحاً للصفة بعكس حالة المكونين المحدودين التغلب والتفوق والذي يتضح كذلك في المثال الاتي:

مكون التفوق:

لنفس المثال السابق نعطي للاساس القيمة ١ و B=A = صفر بينما AB = ٢ (وذلك حسب طريقة تأثير مكون التفوق) وبذا تكون قيم التراكيب الوراثية كما في جدول ١٥ ـ ٣.

جدول ١٥ ـ ٣ قيم الصفة حسب تأثير مكون التفوق.

AABB	AABb	AAbb
3	3	1
AaBB	AaBb	Aabb
3	3	1
aaBB	aaBb	aabb
1	1	1

وبذا نرى ان فهم طريقة التأثير الجيني على الصفة امر ضروري لمربي النبات وحسب نوع المكون الوراثي الفاعل لانه على اساس ذلك يتعامل مع التغايرات الموجودة بين افراد تلك النباتات ويحدد طريقة الانتخاب اللازمة وعدد دوراتها المتوقعة.

٢ ـ الطريقة الثانية او الحالة الثانية لقياس التوريث هي:

عندما يكون هناك انعزال وراثي نحو تكوين العوائل (families) ويحصل هذا بعد اجراء التهجين بين اثنين او اكثر من التراكيب الوراثية وبدء الانعزالات في الجيل الثالث وما بعده سواء كان ذلك في محاصيل خلطية التلقيح مثل الذرة الصفراء او ذاتية التلقيح. يمكن ايضاح هذه الطريقة بما اجراه Hanson

واخرون ، ١٩٥٦ على محصول ذاتي التلقيح حيث اجرى ثلاثة تهجينات وعزل منها ٢٨٤ عائلة زرعت في مكررين بموقعين لمدة سنتين واجريت التحاليل الاحصائية كالاتي :

تضمنت مصادر التغاير : families و Families × Locations و Families × Years و Families × Years × Locations واستخرجت قيم التغايرات لمصادر التغاير التالية من معدلات التغاير (M.S.) في جدول تحليل التغاير فكانت كما موضح في جدول ١٥ ــ ٤ حيث اعطي الرمز a للعوائل و (l) للمواقع و (y) للسنين و (e) للخطأ .

جدول ١٥ ــ ٤ قيم التغايرات حسب تأثير التراكيب والمواقع والسنين .

Population	σ^2a	σ^2al	σ^2ay	σ^2aly	σ^2e
1	2480	0000	2057	3099	16579
2	3540	0000	0858	2070	17432
3	2084	1777	1743	1461	15071

وبذا فانه استناداً الى معادلة التوريث بالمعنى الواسع يمكن استخراج قيمة التوريث المطلوبة كما يلي :

$$h^2\,\% = \frac{\sigma^2 a}{\sigma^2 P}$$

حيث تمثل (σ^2a) التغاير الوراثي (للعوائل) ، بينما (σ^2p) مجموع التغاير الكلي استخرجت كما يلي :

$$\sigma^2 p = 2480 + \frac{00}{2} + \frac{2057}{2} + \frac{3099}{4} + \frac{16579}{8}$$

L Y LY RLY

$$= 6355{\cdot}5$$

$$\therefore h^2_{Bs} \% = \frac{\sigma^2 a}{\sigma^2 p} = \frac{2480}{6355.5} = 39.0 \%$$

$$Gs = K.\sigma p.h^2$$

$$= 2.06 . \sqrt{6355.5} . 0.39 = 64 \text{ mg / plot}$$

وحيث انه استخدمت شدة انتخاب 5% فقد استخدمت قيمة K المناسبة لها ، وبذا فانه استناداً الى مقدار التحصيل الوراثي نتيجة الانتخاب (Ga) الذي هو ٦٤ غراماً / لوح وهي الزيادة التي حصل عليها نتيجة الانتخاب ، فان الجيل المقبل الذي انتخبه سوف يكون مساوياً لحاصل اللوح الاصلي الذي هو ٨٢٩ غراماً مضافاً اليه مقدار التحصيل الوراثي نتيجة الانتخاب فيكون الحاصل الكلي للتراكيب المنتخبة هو ٨٩٣ غراماً .

٣ ـ طريقة استخدام الآباء في التهجين مع الجيلين F_1 و F_2

وهذه الطريقة استخدمها Mahmud و Kramer (١٩٥١) ويمكن تلخيص نتائجها بالجدول الآتي بمجرد زراعة الاباء ونباتات F_2 واستخراج التفاير للنباتات في كل حالة حسب الطريقة الاحصائية التقليدية المعروفة (جدول ١٥ ـ ٥) .

جدول ١٥ ـ ٥ قيم التفاير وعدد النباتات المدروسة والتراكيب الناتجة منها

Genotype	number of plants	σ^2
P_1	24	255.6
F_2 (total)	601	494.2
F_2 (selected)	53	262.7
P_2	30	306.6

حيث تمثل P_1 و P_2 الابوين الاصليين الداخلين في التزاوج اما الجيل الاول (F_1) فانه استخدم فقط لغرض انتاج نباتات الجيل الثاني منه فقط ، وقد اعتبر الباحثان قيمة تفاير الجيل الثاني ($\sigma^2 F_2$) مساوياً لمجموع التفاير الكلي ($\sigma^2 p$) كما اعتبرا قيمة $\sqrt{\sigma^2 P_1 \times \sigma^2 P_2}$ مساوية لقيمة التفاير البيئي ($\sigma^2 e$) وبذا فقد استخرجت قيمة التوريث بالمعنى الواسع كما يلي :

$$h^2_{Bs}\ \%_\circ = \frac{\sigma^2 F_2 - \sqrt{\sigma^2 P_1 \times \sigma^2 P_2}}{\sigma^2 F_2}$$

حيث انه بطرح قيمة التغاير البيئي $\sigma^2 e$ من قيمة التغاير الكلي($\sigma^2 F_2$) نحصل على قيمة التغاير الوراثي G .

٤ ـ اجراء التزاوج بين الآباء واعتماد قيمة التغاير البيئي($\sigma^2 e$) مساوية لمعدل قيم تغايرات الابوين مع الجيل الاول وكما يلي :

$$\sigma^2 e = \frac{\sigma^2 P_1 + \sigma^2 P_2 + \sigma^2 F_1}{3}$$

اعتمد هذه الطريقة Fick ، ١٩٧٥ لدى دراسته التوريث لمحتوى الزيت في بذور عباد الشمس وباسلوب يشبه لما تم ايضاحه في الحالة الثالثة حيث تطرح هذه القيمة $\sigma^2 e$ من التغاير الكلي($\sigma^2 F_2$)ويقسم الناتج على($\sigma^2 F_2$)للحصول على التوريث بالمعنى الواسع .

٥ ـ زراعة النباتات المنتخبة الناتجة من التلقيات كل مجموعة منتخبة على انفراد باعتبارها تركيب وراثي منفصل عن الاخر (genotypes) ، تزرع في مكررات باستخدام اي تصميم تجريبي مناسب وعادة تصميم الالواح العشوائية الكاملة وقد اورد هذه الطريقة Martin و Wilcox ، ١٩٧٣ و Wilcox واخرون ، ١٩٧٥ على محصول فول الصويا وحسب التحليل الاتي الموضح في جدول ١٥ ـ ٦ .

جدول ١٥ ـ ٦ قيم التغاير المتوقعة حسب مصادر التغاير وطريقة تحليلها :

S.O.V.	M . S .	expected M . S .
Reps . (r)	MS_1	$\sigma^2 e + g\sigma^2 r$
Genotypes (g)	MS_2	$\sigma^2 e + r\sigma^2 g$
Error	MS_3	$\sigma^2 e$

وتتميز هذه الطريقة باحتساب قيمة التفاير الوراثي باعتباره يساوي الفرق بين MS_3 , MS_2 مقسوماً على عدد المكررات .

$$\sigma^2 G = \frac{MS_2 - MS_3}{r}$$

اما التفاير الكلي ($\sigma^2 P$) فقد اعتبروه مساوياً الى مجموع ($\sigma^2 G + \sigma^2 e$) وعليه يتم احتساب التوريث بالمعنى الواسع كما يلي :

$$h^2_{Bs} \% = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 e}$$

٦ ـ استخدام قيم التضريب الرجعي للابوين مع قيم F_1 و F_2

وهذه الطريقة اقدم من الطرق المذكورة وهي تعتبر دقيقة نسبياً اذا ما قورنت بالطرق الاخرى وقد اتبعها Warner ، ١٩٥٢ لاحتساب درجة التوريث بمعنييها الواسع والضيق لدى اشتغاله على سلالتين من الذرة الصفراء حيث لقحها مع بعضها وانتج الجيلين الاول والثاني وكذلك التضريبين الرجعيين للسلالتين واستخرج التفاير للصفات المدروسة حسب الطريقة الاحصائية التقليدية والبيانات كما في الجدول ١٥ ـ ٧ .

وفي هذه الطريقة كذلك يؤخذ التفاير للجيل الثاني($\sigma^2 F_2$)مساوياً للتفاير الكلي $\sigma^2 P$ بينما يعتمد مجموع تفايري التلقيحين الرجعيين مساوياً لقيمة التفاير الوراثي الاضافي وحسب المعادلتين :

$$\sigma^2 F_2 = \frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H + E \qquad \ldots (1)$$

$$\sigma^2 BC_1 + \sigma^2 BC_2 = \frac{1}{2} D + \frac{1}{2} H + 2E \qquad \ldots (2)$$

حيث تمثل E التفاير البيئي و H التفاير المتسبب عن التغلب (dominone) و D التفاير المتسبب عن التأثير الاضافي ويضرب المعادلة × 2 وطرح الثانية منها نحصل على قيمة($\frac{1}{2} D$)في الطرف الايسر من المعادلة حيث الفرق بين قيمتي التفاير الكلي ($\sigma^2 F_2$) ومجموع تفايري التضريبين الرجعيين وكلها معلومة القيم ، وبذا يمكن استخراج قيمة التوريث بالمعنى الضيق حسب المعادلة :

جدول ١٥ ـ ٧ مجموع التغايرات وقيم التوريث لتراكيب سلالتين من الذرة الصفراء مع جيليهما الاول والثاني وتضريبيهما الرجعيين (السلالتان هما Wg و A 158)

Character	A158	F1	Wg	BCA158	BCWg	F2	h^2
Kernel row no.	0.00155	0.00118	0.00168	0.00187	0.00212	0.00277	0.56
ear diameter	0.00018	0.00018	0.00033	0.00046	0.00048	0.00072	0.69
cob diameter	1.4710	1.9360	3.3418	3.5649	3.3655	4.5627	0.48
kernel length	1.5575	1.6993	2.0575	2.6538	3.1233	3.7103	0.44
ear length	151.65	129.95	153.00	281.04	228.67	303.09	0.32
kernel / row	15.68	9.82	17.85	20.43	21.12	25.26	0.36
total kernels	5589	4646	6657	7517	9009	10255	0.40
kernel yield	143.35	234.63	236.91	380.97	434.48	474.48	0.29
kernel weight	526	397	655	759	785	899	0.28
date of silking	2.558	1.847	2.708	4.127	3.860	4.755	0.32

$$h^2_{NS} = \frac{\frac{1}{2} D}{\sigma^2 F_2}$$

وبالمعنى الواسع :

$$h^2_{BS} = \frac{\frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H}{\sigma^2 F_2}$$

ولنأخذ صفة عدد الصفوف للعرنوص من الجدول السابق والتي هي الصفة الاولى في الجدول ، س يمكن احتساب قيمة التوريث لها بعد ترتيب بياناتها (جدول ١٥ ــ ٨) .

جدول ١٥ ــ ٨ مكونات التغاير والتغاير للجيل الثاني والتضريب الرجعي مع الابوين .

Population	variance components	Observed variance
F_2	$\frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H + E$	0·00277
$2F_2$	$D + \frac{1}{2} H + 2E$	0·00554
$BC_1 + BC_2$	$\frac{1}{2} D + \frac{1}{2} H + 2E$	0·00399
$2F_2 - (BC_1 + BC_2)$	$\frac{1}{2} D$	0·00155

$$\therefore h^2_{NS} = \frac{\frac{1}{2} D}{\sigma^2 F_2} = \frac{\frac{1}{2} D}{\frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H + E} = \frac{0{\cdot}00155}{0{\cdot}00277} = 0{\cdot}56$$

ان درجة التوريث بالمعنى الدقيق هي المهمة لمربي النبات لانها تعتمد على مكون التغاير الاضافي والتي اكد الباحث هنا على استخراجها وحيث ان الباحث لم يؤكد على كيفية تقدير قيمة التغاير البيئي (E) فانه لا يمكن استخراج درجة التوريث بالمعنى الواسع بصورة مقبولة . ولغراض التعمق في دراسة اوسع حول التوريث لتقديرها في الحالتين يمكن ان نأخذ المثال الموسع الذي اوضحه Allard ، ١٩٦٠ في دراسته لصفة التزهير في محصول الحنطة ، حيث اعتمد نفس الطريقة المذكورة كما موضحة في الجدول ١٥ ـ ٨ لكنه اشار الى كيفية استخراج قيمة التغاير البيئي (E) باخذ معدل تغاير الجيل الاول والابوين ، وباستخراجها وقسمتها على التغاير الكلي (σ^2F_2) يمكن الحصول على التوريث بالمعنى الواسع (جدول ١٥ ـ ٩) .

$$\sigma^2F_2 = \frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E = 40{\cdot}35 \qquad \ldots(1)$$

$$\sigma^2BC_1 + \sigma^2BC_2 = \frac{1}{2}D + \frac{1}{2}H + 2E = 51{\cdot}64 \qquad \ldots(2)$$

$$\frac{1}{2}D = 29{\cdot}06$$

وبضرب المعادلة (1) × 2 وطرح المعادلة (2) منها نحصل على

$$\therefore h^2_{NS} = \frac{\frac{1}{2}D}{\sigma^2F_2} = \frac{29{\cdot}06}{40{\cdot}35} = 0{\cdot}72$$

اذن مقدار التغاير الوراثي الاضافي المتحكم بصفة موعد التزهير في هذه الدراسة مقداره 0.72 من مجموع التغاير الكلي ، ولدى استخدام المعادلة الخاصة باستخراج التغاير البيئي (E) او(σ^2e)يمكن معرفة درجة التوريث بالمعنى الواسع :

$$\sigma^2e = \frac{\sigma^2P_1 + \sigma^2P_2 + \sigma^2F_1}{3} = 8{\cdot}894$$

وتعتبر هذه المعادلة من بين افضل المعادلات لتقدير التغاير البيئي ، وبالتعويض عن قيمة (E) في المعادلتين (1) او (2) نحصل على قيمة ($H = 9.584$) وهي قيمة التغاير نتيجة تأثير المكون المتغلب ، وبقسمة التغاير البيئي على التغاير الكلي $\left(\frac{8{\cdot}894}{40{\cdot}35}\right)$ ، نحصل على قيمة (0.22) ممثلة لنسبة التأثير البيئي من مجموع

جدول ١٥ ـ ٩ . قيم تغاير مواعيد تزهير صنفين من الحنطة مع الجيلين الاول والثاني والتضريبين الرجعيين لهما . عدد أيام التزهير اللازمة من موعد معين

Population	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	n	x	2
P1	4	21	60	48	20	4	2	-	-	-	-	-	-	159	12.99	11.04
BC1	1	12	88	77	85	50	6	4	1	1	1	1	-	326	15.63	17.35
F1	-	1	2	20	83	51	12	2	-	-	-	-	-	171	18.45	5.28
F2	-	4	25	66	156	115	50	41	38	34	16	4	3	552	21.20	40.35
BC2	-	-	4	34	49	47	45	61	41	26	6	1	-	314	23.38	34.29
P2	-	-	-	-	-	-	33	56	35	19	5	-	-	148	27.61	10.32

٨١ـ

التغاير الكلي ، اي ان التغاير الوراثي الكلي هو (0.78) والذي هو التوريث بالمعنى الواسع والذي يمكن استخراج قيمته بالمعادلة التالية لنحصل على نفس النتيجة :

$$h^2_{BS} = \frac{\frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H}{\sigma^2 F_2} = \frac{29{\cdot}06 + 9{\cdot}584 / 4}{40{\cdot}35} = 0{\cdot}78$$

وإذا عدنا الى درجة التوريث بالمعنى الضيق واستخدمناها لحساب مقدار التحصيل الوراثي نتيجة الانتخاب بشدة 05 . فانا نحصل على 9.4 يوما أبكر في التزهير من المعدل السابق للتزهير والذي اوضح في الجدول بفترة 21.2 يوما (للجيل الثاني) ، اي انه نتيجة الانتخاب في الجيل الثاني سوف تزهر النباتات المنتخبة في الجيل الثالث بفترة 11.8 يوما (11.8 = 9.4 - 21.2) :

$$Gs = K \,.\, \sigma F_2 \,.\, h^2_{NS} = 2{\cdot}06 \times \sqrt{40{\cdot}35} \times 0{\cdot}72 = 9{\cdot}4$$

٧ ـ ارتداد الابناء على الاباء (parent-offspring regression)

هي من بين الطرق البسيطة المستخدمة لاستخراج درجة التوريث سواء باعتماد أ ب واحد معلوم التغاير او ابوين او باستعمال لقائح مختلفة او اصناف مفتوحة التلقيح حيث تكون قيمة التوريث بالمعنى الدقيق ممثلة بقيمة الارتداد (b) فاذا كانت الابناء مشابهة تماما للاباء فان قيمة 1 = b وعلى العكس اذا كانت الابناء قليلة التشابه للاباء فان قيمة (b) تكون اقل من واحد ، واذا لم يكن هناك اي تشابه بينهما فان قيمة o= b اي ان التاثير الوراثي تكون قيمته صفراً بينما يعمل التأثير البيئي لوحده . اذا اخذ الابوان في الدراسة واخذت الرموز $\sigma^2 A$ للتغاير الاضافي $\sigma^2 P$ للتغاير المظهري (الكلي) ، فان التوريث بالمعنى الدقيق يكون مساوياً لقيمة b التي تكون :

$$b = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P}$$

اما لو اخذ أ ب واحد معلوم التغاير كما هو الحال في معظم الدراسات الحقلية عندما تنتخب نباتات معينة وتترك للتلقيح الخلطي العشوائي ضمن الجماعة الواحدة المنتخبة (المجهولة التغاير لافرادها كاباء) او كما هو الحال في التلقيح المتعدد (polycross) فان قيمة التوريث بالمعنى الدقيق تكون :

$$b = \frac{1}{2} \quad \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 P}$$

ان درجة التوريث صفة مرتبطة بطريقة قياسها وطريقة اخذ العينة وحجمها اضافة الى طبيعة التركيب الوراثي والصفة ذاتها المطلوب دراستها ، كما ان مفهوم الثبات (repeatability = homeostusis) للصفة يمثل حالة استقرارها او تغيرها من جيل لاخر ، فمثلا نسبة الزيت او البروتين في حبوب الذرة الصفراء تكون ذات تغايرات اقل بكثير من تغايرات صفة حاصل الحبوب عندما يزرع نفس التركيب الوراثي من جيل لاخر او من موقع لاخر او من موسم لاخر ولكن صفة حاصل الحبوب لها توريث اقل من توريث صفتي الزيت او البروتين ، وعادة يكون للصفتين الاخيرتين توريث بالمعنى الواسع اعلى مما هو في حاصل الحبوب لكنه قليل الاهمية لمربي النبات ، لان المهم لمربي النبات كما ذكرنا هو التوريث بالمعنى الدقيق الذي يضمن لنا تغيير التكرار الجيني للصفة من خلال الانتخاب لها بهدف تحسين قابليتها او لياقتها الانتاجية (reproductive fitness) والتي تتطابق مع مبداءالتطبع (adaptation) . إن الصفة ذات الجينات الرئيسية (major genes) تكون واضحة وبسيطة التعامل في برنامج الانتخاب ولكن الصفة ذات الجينات المتعددة (polygenes) هي التي تحتاج الى تحسينها عادة لان التغايرات على النباتات تكون متدرجة اكثر بما يسمح للتقدم الوراثي لاحراز القيمة المطلوبة من تلك الصفة ، وهي مع ذلك تكون معقدة العمل وبصورة تتناسب حدتها مع عدد وحالة الجينات للتحكم بالصفة .

ان استخدام طريقة الارتداد بين الابناء والاباء على نباتات مفتوحة التلقيح وبالاخص الذرة الصفراء يمكن ايضاحها ببساطة في هذا المثال فلو اخذنا جماعة نباتية من الذرة الصفراء ذات معدل حاصل حبوب 50 غم للنبات ($\bar{X}p$) وتم انتخاب نباتات منها عالية في الحاصل بمعدل 90 غم للنبات ($\bar{X}s$) وزرعت النباتات المنتخبة فاعطت معدل حاصل للذرية 74 غم للنبات ($\bar{X}o$) فان التوريث يمكن حسابه لصفة الحاصل لهذه الحالة بطريقة ارتداد الابناء على الاباء كما يلي :

$$b = \frac{R}{S} = \frac{\bar{X}o - \bar{X}p}{\bar{X}s - \bar{X}p} = \frac{74 - 50}{90 - 50} = \frac{24}{40} = 0{\cdot}60$$

$$\therefore h^2_{NS} = 0{\cdot}60$$

واذا كانت تغايرات الاباء لصفة الحاصل غير معروفة اي لم يتم قياسها بسبب كون التلقيح خلطي فان قيمة التوريث في هذه الحالة تكون نصف قيمة (b) اي 0.30 .

الانتخاب لجيل واحد :

لو اخذنا المعادلة

$$\bar{X}o - \bar{X}p = R = ih^2\sigma p$$

حيث تمثل :

$\bar{X}o$ معدل الصفة للذرية (offspring) الناتجة من النباتات المنتخبة .

$\bar{X}p$ معدل الصفة للجماعة (population) الاصلية التي ينتخب منها .

R = الفرق بين معدلي الصفة للذرية الناتجة والجماعة الاصلية اي انها تمثل مقدار التغاير الوراثي الاضافي .

i = عامل ثابت يتناسب مع شدة الانتخاب ويستخرج اصلاً بالمعادلة التالية :

$$i = 1.13 + 0.73 \log 1/k$$

حيث تمثل k شدة الانتخاب (1 % ، 5 % ......)

h^2 = درجة التوريث

ولو استخرجنا(σp)الانحراف المعياري للصفة بين افراد الجماعة الاصلية (عن طريق اخذ عينة من عشرات او مئات النباتات وقياس الصفة فيها ثم استخراج مجموع التغاير (s.s.) ثم معدل التغاير m.s للحصول على القيمة ثم جذورها ، كذلك يمكن ان تستخرج (S) من الفرق بين معدلي الصفة للجماعة الاصلية والافراد المنتخبة ، فانه يمكن حساب التوريث حسب المعادلة :

$$h^2 = R / i\sigma P = \bar{R} / S$$

$$\therefore \bar{X}o \propto \bar{X}p + \log 1/k . \sqrt{h^2} . \sigma p$$

وهنا نلاحظ ان برنامج الانتخاب سيكون فعالا في زيادة التحصيل الوراثي بمراعاة النقاط التالية :

١ ــ ان تكون الصفة قيد الدراسة ذات معدل عال في الجماعة الاصلية وفيها تغايرات تسمح بالانتخاب .

٢ ــ المحافظة على دقة قياس التوريث عن طريق السيطرة على عوامل البيئة من حيث المسافات بين النباتات وضمان توزيع كافة عوامل النمو بصورة متساوية على النباتات الاصلية النامية ، وكذلك اعتماد مقاييس دقيقة للصفة وليس بالاعتماد على المظهر الخارجي .

٣ ــ اختيار شدة الانتخاب المناسبة ، مع ملاحظة ان بعض الصفات قد تتدهور نتيجة تضيق شدة الانتخاب بسبب التلقيح الداخلي وعوامل اخرى سيما اذا كانت المساحة المخصصة للانتخاب محدودة ونباتاتها معدودة .

لغرض ايضاح كيفية استخدام هذه الطريقة يمكن افتراض وجود عشرة مواقع جينية بتأثيرات اضافية متساوية مع عدم وجود تغلب او تداخل ، ولنفترض اعطاء ٦٠ وحدة للتركيب الوراثي الاساس وعلى افتراض ان aa = صفر و Aa = ٢ و AA = ٤ وان الابوين غير متساويين في المساهمة على التأثير بالصفة وبذا تكون الاباء المفترضة كما يلي في قيمها :

الاب الاول = ٤ × ٦ + ٦٠ = ٨٤ وحدة

الاب الثاني = ٤ × ١٠ + ٦٠ = ٧٦ وحدة

جيلها الاول = ٢ × ١٠ + ٦٠ = $\frac{٨٤ + ٧٦}{٢}$ = ٨٠ وحدة

ان القيم المعطاة للابوين تشير الى مساهمة الاب الاول بسنة بستة مواقع جينية والثاني باربعة مواقع (لان الفرضية في المثال تنص على ان الابوين غير متساويين في التأثير على الصفة) وكل موقع جيني اعطى اربع وحدات (لان الفرضية في المثال تنص على ان التأثير الوراثي هو من النوع الاضافي وان الانتخاب يتم لافضلها) ، اما الجيل الاول فقد اعطي وحدتين لكل موقع جيني (لانه يمثل متوسط الابوين من جهة وان التركيب Aa = ٢ بالفرض من جهة اخرى . ولو اخذنا البيانات الموضحة في الجدول ١٥ — ١٠ والمحورة عن Simmonds (١٩٨٢) يمكن معرفة كيفية استخدام الطريقة لنفس المواقع العشرة المذكورة حيث تم الانتخاب على نباتات الجيل الثاني الناتجة من بذور نباتات الجيل الاول وهكذا ولغاية الجيل الثامن ، حيث كانت نباتات الذرة الصفراء للجماعة الاصلية في الجيل الثاني ٨١,١ غم (اي انه كان هناك تضريب بين ابوين ثم انتاج الجيلين الاول والثاني) وتم الانتخاب لافضل النباتات في الحاصل وزراعتها كل جيل باعتماد المظهر الخارجي (phenotype) ، وتم احتساب التوريث بالمعنى الضيق على اساس المظهر الخارجي (اوزان الحاصل) حيث تمثل p معدل الحاصل لذلك الجيل وSs معدل الحاصل للنباتات المنتخبة بينما تمثل σ^2P مقدار التغاير عند ذلك الجيل لصفة الحاصل وكما في جدول ١٥ — ١٠ .

جدول ١٥ ـ ١٠ قيم صفة الحاصل حسب الاجيال المنتخبة من لقيح من الذرة الصفراء حيث تمثل p الحاصل لذلك الجيل و P_s الحاصل المنتخب لنفس الجيل و $\sigma^2 P$ مقدار التغاير للحاصل عند ذلك الجيل .

generation	yield gm / plant		
	P	P_S	
F_2	81.1	93.2	56.0
F_3	84.4	98.2	52.0
F_4	88.4	100.5	52.7
F_5	89.3	101.8	52.2
F_6	91.1	105.4	50.1
F_7	93.3	103.4	40.1
F_8	96.2	106.8	42.9

ويلاحظ من الجدول ان الحاصل للذريات او الجماعة الاصلية (P) وكذلك الحاصل للاجيال المنتخبة P_s استمر في الزيادة الى الجيل الثامن على الرغم من وجود بعض الضعف في الزيادة من الجيل الرابع الى الخامس الا ان الزيادة استمرت بعدها غير أن التغاير $\sigma^2 P$ قد انخفض في الجلين السابع والثامن بدرجة كبيرة مما يوحي الى امكانية التوقف عن الانتخاب ولو ان الاستجابة المذكورة في الجدول كانت كبيرة مقارنة بعدد الاجيال الداخلة في البرنامج لو افترضنا ان شدة الانتخاب المستخدمة هي % 10 (قيمة K = 1.76) فتكون قيمة التوريث في الجيل الثالث :

$$h^2 = R / i\sigma p = \bar{X}o - \bar{X}p / i\sigma p = 84{\cdot}4 - 81{\cdot}1 / 1{\cdot}76 \times \sqrt{56}$$

$$= 0{\cdot}25$$

$$\text{or} = \frac{\bar{X}o - \bar{X}p}{\bar{X}s - \bar{X}p} = \frac{84{\cdot}4 - 81{\cdot}1}{93{\cdot}2 - 81{\cdot}1} = 0{\cdot}275$$

وبذا تكون قيمة التوريث(h^2_{NS}) في هذا المثال المتحققة فعلاً من الجيل الثاني الى الثالث هي ٠,٢٥ بينما قيمة التوريث المتوقعة (غير المتحققة) كانت ٠,٢٧ وما تحقق منها كان مقارباً لها ، علماً ان قيمة التوريث كما اسلفنا تكون مساوية الى نصف قيمة (b) اذا كانت النباتات تتلقح عشوائياً (غير معلومة تغاير الاباء)

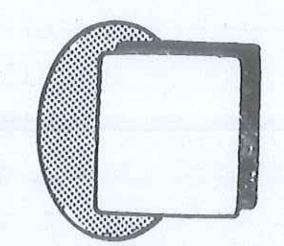
وتبقى مساوية الى قيمة (b) اذا كانت الاباء والامهات معلومة التغاير ، هذا ويمكن في نفس الوقت حساب مقدار التحصيل الوراثي نتيجة الانتخاب في كل جيل باعتماد قيمة R :

$$R = i \times \sigma p \times h^2$$

وبالنسبة للمثال الذي ذكرنا يكون مقدار التحصيل الوراثي في حاصل النبات (غم) في الجيل الثاني الى الثالث هو :

$$R = 1{\cdot}76 \times \sqrt{56} \times {\cdot}275$$
$$= 3{\cdot}7 \text{ gm / plant}$$

اي ان الحاصل النهائي نتيجة الانتخاب من الجيل الثاني (٨١,١) غم للنبات لنباتات معدل حاصلها (٩٣,٢) غم للنبات سيكون حاصلها في الجيل الثالث هو (٣,٧ + ٨١,١) ا لتكون (٨٤,٨) غم للنبات من الناحية النظرية ، وقد كان مقارباً جداً لذلك (٨٤,٤) غم للنبات .



الفصل السادس عشر

قياس تغايرات الصفات في الذرة الصفراء

يلزم تطور زراعة اي محصول اجراء الابحاث والدراسات الدقيقة التي من شانها الوصول الى حالة متقدمة في الاستخدام الامثل لعوامل النمو للمحصول. ان الدراسات التي نطبقها لابد لها من مقاييس ومعايير تحدد تغاير الصفة قيد الدراسة ، ونظرا لعدم وجود معلومات كافية ودقيقة حول مقاييس الصفات لمحصول الذرة الصفراء مجموعة في موضوع واحد فقد راينا من الضروري والمفيد تدوين بعض هذه المقاييس لتكون عونا لاخواننا الباحثين في هذا المجال سواء كان ذلك في مجال البحث العلمي عموما او ابحاث طلبة الدراسات العليا للماجستير والدكتوراه المتعلقة بدراسة هذا المحصول الهام خصوصاً .

١ ـ دراسة الجذر :

آ ـ وزن الجذر : يتأثر وزن المجموع الجذري بالمعاملات المختلفة قيد الدراسة ويتباين هذا التأثر بتباين العوامل المدروسة ودرجتها ، حيث تؤثر كميات ونوعيات الاسمدة وكميات الماء وعمق الزراعة وعملية التمريز وغير ذلك من العوامل على انتشار وتعمق المجموع الجذري ، وعليه لابد من معرفة وزن المجموع الجذري لتلك المعاملة ، لان وزن الجذر يعكس حالة نشاط النبات في النمو . ان القياس الذي يعتمد عليه لمثل هذه الحالة مرتبط بكثافة الزراعة او المسافة بين نبات واخر ، ويمكن القول ان المسافة بين نبات واخر بحدود ٢٠ ـ ٢٥ سم هي قريبة من الواقع التطبيقي للكثافات النباتية المستخدمة التي تختلف عادة واساسا بالمسافة بين الخطوط والتي لاتقل عادة عن ٦٥ سم (كاقصر مسافة يمكن اجراء التمريز فيها) ولاينصح بان تزيد عن ٧٥ سم لانه كلما اقتربت المسافات فيما بين

الخطوط الى المسافات فيما بين النباتات كان ذلك افضل للحاصل العالي ، الا انه لايمكن اجراء العمليات الزراعية اذا كانت خطوط الزراعة ضيقة ، ولو اعتمدنا المسافات ٢٥ سم بين النباتات و ٦٥ سم بين الخطوط لاعطت هذه المسافة كثافة نباتية ٦١٥٣٨ نبات/ هـ وفي هذه الحالة ينصح بأخذ الحجم ٢٥ × ٢٥ × ٣٠ سم حول الجذر اي بعمق ٣٠ سم ومربع ضلعه ٢٥ سم يقلع الجذر مع التراب المحيط به باستخدام المسحاة وضبط حواف متوازي المستطيلات الذي يحوي الجذر والذي يصطلح عليه عادة (Soil core) ثم يوضع على منخل ويوجه عليه تيار ماء قوي (بعد قطع النبات عنه) وينظف ويوزن وهو رطب ثم يوزن وهو جاف بعد تجفيفه بالفرن على درجة حرارة ١٣٠ م لمدة ٣ ساعات ولغاية ثبات الوزن . لدى تنظيف الجذر لابد من الانتباه الى ضرورة ازالة كافة جذور النباتات الاخرى او نباتات الادغال والتي يمكن تمييزها بسهولة بكونها سائبة (غير مرتبطة بالجذر الاصلي) حتى لايبقى ادنى شك في تداخل جذور اكثر من نبات مع هذا الجذر ، وبذا سوف نحصل على وزنين للجذر في هذه الدراسة مرة وهو رطب واخرى وهو جاف ، كما يمكن الاستفادة من معلومات المحتوى الرطوبي للجذر (الفرق بين وزنه وهو رطب ووزنه وهو جاف) وذلك كمقياس لمدى مسك خلايا الجذر وانسجته بالرطوبة لتلك المعاملة في حالة دراسة الجفاف . يمكن اخذ اسطوانة بقطر ٢٥ سم وارتفاع ٣٠ سم تثبت على عتلة وتدفع في التربة لهذا الغرض ، كما أن هناك طرقاً أخرى غيرها .

ب ـ عدد عقد الجذر :

اذا اختلف عمق البحراثة او اجريت عملية التمريز على نباتات معاملة او زيد عمق الزراعة الى ١٠ او ١٥ او ٢٠ سم او اكثر فان عدد عقد الجذر سوف تزداد وزيادة هذه العقد لها علاقة بتفسيرات وزن الجذر ، وعليه فلغرض حساب عدد هذه العقد يمكن اعتماد الطريقة المتبعة في قياس وزن الجذر حيث تزال الجذور العرضية بسكين حادة ويبقى محور الجذر يمكن حساب عدد عقده بسهولة .

جـ ـ طول محور الجذر :

ان زيادة تعمق الجذر بتأثير العوامل المذكورة في الفقرة (ب) سوف تزيد من طول محور الجذر ويمكن قياس طول هذا المحور من نقطة تماس سطح التربة مع الجذر (او الساق المتجذر) الى ابعد عقدة فيه ، وهي اما الى نقطة انتهاء السلامية الوسطى حيث ينتهي محور الجذر او لغاية طرف الجذير عند اسفل السلامية الوسطى (شكل ٤ ـ ١ و ٤ ـ ٢) .

د ـ قوة قلع الجذر :

تمثل القوة المسلطة على الجذر لقلعه من الارض مدى مقاومة النبات للاضطجاع الجذري (root lodging) وعليه تكون هناك حالتان لقياس هذه القوة ، الاولى والتربة جافة (ويفضل تحديد نسبة الرطوبة فيها) والثانية والتربة رطبة (ويفضل ان تكون في حالة الاشباع) ، ثم يقطع الجزء العلوي والنبات ويبقى جزء من الساق مع الجذر يمسك بجهاز سحب (gauge) ويسحب الى الاعلى حتى ينقلع الجذر من التربة وتؤخذ اعلى قراءة يسجلها المقياس اثناء القلع ، وهذه القوة دون شك ترتبط بالتفرع الجذري افقيا وعموديا وسمك وطول الجذور العرضية . ان قياس قوة قلع الجذر مرة والتربة جافة واخرى وهي مبتلة تمثل قدرة النبات لذلك التركيب الوراثي على مقاومة الاضطجاع عند هبوب العواصف تحت الظروف الحقلية السائدة والمعاملات المستخدمة من ترب مختلفة النسجة او اضافة مواد عضوية من مصادر حيوانية او نباتية او تسميد ... الخ .

هـ ـ وزن واطوال الشعيرات الجذرية :

تعتبر اختبارات الشعيرات الجذرية من بين اعقد وادق الدراسات التي تمثل نشاط المجموع الجذري ، لانها تمثل فعلا المساحة السطحية الفعالة لنشلط المجموع الجذري الرئيسي ، غير ان الدراسات القديمة والحديثة لم تضع لحد الان طريقة واضحة لقياس اطوال ومساحة الشعيرات الجذرية ، اما وزنها فيمكن اجراؤه بجمع الشعيرات الموجودة حول الجذور العرضية بعد قطعها ثم وزنها ، وقد عمد بعض الباحثين الى قياس اطوال ومساحة الشعيرات الجذرية بجمعها ووضعها على جهاز استنساخ وتصويرها واجراء تقديرات لذلك بطرق حسابية معرضة الى النقد ، لذا فهي غير مشجعة .

٢ ـ الساق :

آ ـ ارتفاع الساق : يقاس ارتفاع الساق عادة من عند سطح التربة ولغاية قاعدة الورقة العليا المسماة ورقة العلم (flag leaf) ، اما اذا اخذ الارتفاع الى اعلى جزء في النورة الذكرية فتلك معرض للخطأ كثيرا[٩] لان حامل النورة الذكرية قد يستجيب لعوامل اخرى مثل الضوء والحرارة وغير ذلك ويستطيل بدرجة كبيرة يتغاير معها مع النباتات الاخرى من نفس التركيب وتحت نفس المعاملة المدروسة . يكفي القياس لغاية عشر السنتيمتر لارتفاع النبات . يمكن عادة وضع مقياس داخل

السطر وقراءته للمعاملة بدلا من قياس نباتات فردية . ان ارتفاع النبات يفيد في معرفة تفسير الاضطجاع او احتماله .

ب ـ قطر الساق :

يعتبر قطر الساق عن نشاط نمو النبات والمرتبط بالمجموع الجذري ويمكن قياسه من نقطة معينة باستخدام الورنية (vernier) ولغاية مليمتر واحد . قد تكون هذه النقطة بعد ثاني عقدة على الساق من عند سطح التربة ، والنقطة الافضل من هذه هي عند منتصف السلامية التي تحمل العرنوص الاعلى للنبات (اذا كان يحوي اكثر من عرنوص واحد) مع مراعاة ازالة غمد الورقة دائما يمكن كذلك اعتماد محيط الساق عند نفس النقطة المذكورة باستخدام شريط القياس المصنوع من القماش او النايلون ويرتبط قطر الساق بمحيطه بالمعادلة البسيطة المعروفة (المحيط = القطر × النسبة الثابتة (٣,١٤١٦) .

ان زيادة قطر الساق او محيطه متسببة عن زيادة عدد الحزم الوعائية او حجمها او كلاهما ، وهي في كل حالة تعبر عن قدرة امتصاص النبات للماء والعناصر الذائبة فيه ، كذلك علاقتها بالاضطجاع الساقي (stalk lodging) .

جـ ـ عدد السلاميات :

تختلف التراكيب الوراثية من الذرة الصفراء في عدد السلاميات ويتأثر هذا العدد كذلك ببعض العمليات الزراعية مثل زيادة النايتروجين او نقص الزنك والجفاف وغير ذلك . يحتسب عدد السلاميات من اول سلامية عند سطح التربة الى اخر سلامية قبل النورة الذكرية .

د ـ عدد الحزم الوعائية :

تقوم الحزم الوعائية (vascular bundles) بنقل الماء والعناصر الى اجزاء النبات وزيادة عددها وقطرها يمثل حالة جيدة للنبات . يمكن قياس عدد الحزم الوعائية عن طريق قطع الساق عند منتصف السلامية التي يقع عليها العرنوص الاعلى للنبات واخذ مقطع من ذلك الجزء من السلامية وصبغة باحدى الصبغ التي تلون الخلايا الحشوية بينما تبقى مقاطع الحزم غير ملونة ويمكن استخدام صبغة الكارمين (Carmine) او صبغة اليود على ذلك المقطع ، والذي ينصح بان يكون

سمكة بحدود ١ ملم يوضع في الصبغة لمدة نصف ساعة الى ساعة ثم يقسم المقطع على اربعة اقسام متناظرة ويحسب جزء واحد منها تحت العدسة ذات التكبير الاصغر للمجهر ثم يضرب العدد × ٤ للحصول على عدد الحزم الوعائية . واذا كان بالامكان وضع كافة المقطع تحت المجهر فهي الحالة الافضل لاحتساب عدد الحزم ، واذا كان التكبير الاصغر للمجهر لايسمح بذلك فتستخدم عدسة التكبير الاعتيادية .

هـ ـ سمك القشرة :

قشرة الساق (stalk rind) ذات تأثير كبير جداً على صلابة ومرونة الساق في مقاومة الاضطجاع الساقي (stalk lodging) وذلك بجانب عدد وقطر الحزم الوعائية لانها (القشرة والحزم الوعائية) ترسمان الصورة الهندسية التي تجعل النبات مقاوما للاضطجاع الساقي عن طريق دعم جدران الساق بالقشرة الخارجية وملء اللب بالاعمدة الصغيرة (الحزم الوعائية) .

يمكن قياس سمك القشرة باخذ مقطع عند سلامية العرنوص الاعلى ونزع القشرة عن اللب . والحزم الوعائية الى المنطقة التي تبدأ الحزم الوعائية فيها بالتراصف الشديد حيث تدخل ضمن طبقة القشرة . على الرغم من دقة قياس سمك القشرة فانه يمكن الاكتفاء بالقياس لغاية نصف ملم . ان سمك او صلابة القشرة يرتبط كذلك بدرجة المقاومة لبعض الحشرات التي تخترق الساق :

٣ ـ الاوراق :

آ ـ عدد الاوراق : يعبر عدد الاوراق عادة عن عدد عقد الساق حيث تخرج من كل عقدة ساق ورقة . يستجيب عدد الاوراق لبعض المعاملات في الزيادة او النقصان وتكون هذه الزيادة محدودة ضمن تأثيرات المعاملات التقليدية مثل زيادة جرعات الاسمدة او عمق الرية او موعد الزراعة ، فيكون مقدار الاختلاف في معدل عدد الاوراق زيادة او نقصان ورقة او ورقتان اما في حالة الظروف البيئية المتطرفة فقد يحدث نقص في عدد الاوراق اكثر مما ذكرنا وعن طريق جفافها اكثر مما هو عن طريق عدم نموها . يحسب عدد الاوراق الكلي من اول ورقة خضراء عند سطح التربة (عادة جافة) الى ورقة العلم ، اما في الحالات الاخرى فتحسب الاوراق الفعالة (functional leaves) والتي هي من اول ورقة خضراء فعالة عند اسفل النبات الى اعلى ورقة فيه (ورقة العلم)

ب ـ المساحة الورقية :

الورقة هي مصنع الطاقة الكاربوهيدراتية للنبات وقياس مساحتها له اهمية واضحة في ابراز القدرة التصنيعية للنبات عندما تكون تلك المساحة قد حصلت في مرحلة من عمر النبات بانتاج المادة الجافة . تستخدم مساحة الورقة لاستخراج معامل المساحة الورقية (leaf area index =LAI) الذي هو عبارة عن حاصل قسمة المساحة الورقية للنبات على مساحة الارض التي يحتلها ذلك النبات ، كما تستخدم المساحة الورقية لاستخراج مقياس كفاءة النبات او التركيب الوراثي في انتاج الحبوب لمساحة معينة من الورقة وهي صفة معيارية هامة في مجال انتخاب التركيب الوراثي وتحسينه وكذلك في تحديد المعاملات الحقلية المناسبة للانتاج الافضل . تعبر كفاءة الحاصل عن حاصل قسمة حاصل الحبوب (غم للنبات على مساحته الورقية ($م^2$) . ان اقدم معادلة استخدمت لقياس المساحة الورقية هي معادلة (Montgomery) (١٩١١) حيث تساوي مساحة الورقة ٣ / ٤ × طول الورقة × اوسع عرض لها وتقاس في هذه المعادلة كافة اوراق النبات الفعالة . هناك معادلات اخرى ظهرت بعدها تعتمد كلها على قياس الطول والعرض للورقة او قياس اطوال كافة الاوراق كما في معادلة Mckee (١٩٦٤) اما معادلة Elsahookie ،١٩٨٥ فهي تنص على ان مجموع المساحة الورقية للنبات تساوي مربع طول الورقة التي تحت ورقة العرنوص × ٠,٦٥ ، اي ان كل ماتحتاج لقياسه في هذه المعادلة هو طول ورقة واحدة فقط من بين كافة اوراق النبات وهي الورقة الواقعة تحت ورقة العرنوص ، واذا كان هناك اكثر من عرنوص فيؤخذ العرنوص العلوي لذلك القياس . يختلف في هذه المعادلة (المعامل) المستخدم فهو (٠,٦٥) اذا كان عدد اوراق الصنف او الهجين بين ١١ ـ ١٣ ورقة اما اذا كان عدد الاوراق ١٤ ـ ١٦ (وهو الغالب) فيستخدم المعامل (٠,٧٥) بدلا من ٠,٦٥ .

جـ ـ زاوية الورقة :

لزاوية ميل الورقة (leaf angle= leaf orintation) دور هام في تعريضها الى اشعة الشمس ، فالورقة التي تكون متوازية مع سطح الارض لاتسمح للاوراق الاخرى باستلام الضوء الكافي لتصنيع الغذاء ، لذا يتجه مربي النبات الى انتاج اصناف او تراكيب وراثية من الذرة الصفراء ذات اوراق متجهة الى الاعلى اي ان ميل الورقة مع الساق العلوي لها يكون بزاوية حادة بين ٣٠ ـ ٤٥° وذلك

حتى تسمح للاوراق التي تحتها باستقبال اكبر قدر من الضوء الساقط من جهة ومن جهة اخرى سوف نتمكن من زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة لذلك التركيب الحاد الزاوية للورقة . تقاس زاوية الورقة باستخدام المنقلة حيث تثبت عمودية على الساق وتقرأء الزاوية بين نصل الورقة والساق من الجهة العليا ، واذا كانت الورقة ذات انحناء بعد منتصف نصلها الى الاسفل فيمكن الاكتفاء بنصفها القريب من الساق لاخذ تلك القراءة .

د ـ ترتيب الاوراق على الساق :

يسمى ترتيب الاوراق على الساق (phyllotaxy) وهو إما ان يكون متبادلاً على الجانبين وهو اضعف صورة لترتيب الاوراق او ان يكون متبادلاً حلزونياً وهو المفضل لانه في الحالة الاولى تكون كل ورقة فوق الورقة التي تحتها فتمنع وصول الضوء اليها بصورة كافية حيث تصطف الاوراق الواحدة فوق الاخرى تماماً وعلى الجانبين ، اما في حالة الترتيب الثاني المتبادل الحلزوني ، فان الاوراق تترتب بحيث لايقع ظلها على الورقة التي تحتها فتسمح بذلك الاوراق لبعضها بنيل اكبر قدر من اشعة الشمس الساقطة عليها .

٤ ـ النورة الذكرية (tassel)

آ ـ عدد الافرع : نلاحظ فقد عدة حبوب واحيانا صفوف كاملة من الحبوب على عرنوص الذرة الصفراء سيا المنتجة في العروة الربيعية في العراق ، وذلك بسبب قلة حبوب اللقاح اولموتها احياناً بسبب ارتفاع درجة الحرارة ، لذا فاذا كانت حبوب اللقاح باعداد كبيرة جدا فان احتمال تلقيح كافة البويضات (المياسم) سوف يكون اكبر ، لذا فان تفرع النورة الذكرية يزيد من عدد المتوك المتكونة عليها وبالتالي يزداد عدد حبوب اللقاح التي تبقى فعالة لحين تلقيح واخصاب البويضات . يمكن اخذ عينة ١٠ ـ ٢٠ نبات من كل معاملة واحتساب عدد افرع النورة الذكرية وتدوينها ولكافة المعاملات قيد الدراسة لمعرفة علاقة ذلك بنسبة الخصب تحت تأثير التركيب الوراثي او المعاملة المدروسة . ان حجم العينة (عدد النباتات) المناسبة لتدوين البيانات عليها . لكافة الصفات في الذرة الصفراء ينصح ان تكون بحدود ١٠ نباتات اذا كان التركيب هجينا ، اما التراكيب المفتوحة التلقيح فلابد ان تكون ؟ تكون بحدود ٢٠ نبات وذلك لان التجانس بين نباتات التركيب الهجين يكون عاليا بينما تزداد التغايرات بين نباتات التركيب المفتوح التلقيح مما يحتم اخذ عينة اكبر لتكون ممثلة افضل للمعاملة .

ب ـ عدد المتوك :

يرتبط عدد حبوب اللقاح في البذور الذكرية الواحدة بعدد الافرع للنورة وعدد المتوك للفرع وعدد حبوب اللقاح للمتك وبذلك فهي تشبه مكونات الحاصل في تداخلها وتأثيرها على العدد النهائي. يمكن احتساب عدد المتوك على عدد الافرع كالمعتاد واستخراج معدل عدد المتوك للفرع الواحد او النورة الواحدة .

جـ ـ عدد حبوب اللقاح :

تؤخذ متوك من مواقع مختلفة في مرحلة ابتداء تفتحها وتوضع في دورق فيه ماء بحجم معين وترج لعدة دقائق ثم يؤخذ حجم معين من ذلك المعلق (قطرة او قطرتان) ويوضع على شريحة زجاجية وتحسب عدد حبوب اللقاح تحت المجهر وتعاد العملية هذه عدة مرات حتى يعرف عدد حبوب اللقاح لكل سم مكعب (مل) ويضرب العدد × عدد السنتيمترات المكعبة من المعلق . كما يمكن اخذ عدة متوك وقطع كل منها الى تصفين ووضعها على شريحة زجاجية واحتساب عدد حبوب اللقاح تحت المجهر كذلك دون الحاجة الى وضعها في معلق الماء وذلك بعد ضغطها جداً على شريحة باداة صلبة وجود قليل من الماء بعد ضمان حسن انتشار وتوزيع حبوب اللقاح على الشريحة .

د ـ عدد حبوب اللقاح الفعالة

أن حيوية (Viabiliy) حبوب اللقاح ذات اهمية كبيرة في الحصول على نسبة خصب عالية في العرانيص ويمكن اخذ عينات من حبوب اللقاح من عدة متوك وبنفس الطريقة التي تم احتسابها فيها ولكن باضافة صبغة الكارمين فوقها بدلاً من الماء وتترك على حرارة خفيفة (حمام مائي او لهب خفيف) لبضعة ثواني حتى تكتسب حبوب اللقاح الصبغة . ان حبوب اللقاح التي تكتسب الصبغة هي الحبوب الفعالة التي تبدو داكنة تماماً تحت المجهر بينما الحبوب الميتة (غير الفعالة) والتي قد تكون عقيمة او ميتة بسبب الحرارة العالية (في الحقل) تبقى فاتحة اللون تتميز عن سابقتها بكل سهولة[1]. يتم تحضير صبغة الكارمين من اذابة غرام واحد من الصبغة (aceto carmine) في ١٠٠ سنتيمتر مكعب من محلول يتكون من ٤٥ سنتيمتر مكعب حامض الخليك الثلجي و ٥٥ سنتيمتر مكعب من الماء المقطر وتغلي على لهب هاديء لمدة ٥ دقائق بعدها تصفى عن طريق ترشيحها في قمع يحوي اوراق ترشيح (٢ ـ ٣ اوراق) او قطن طبي او كلاهما وذلك للحصول على محلول رائق

لان بعض بلورات وشوائب الصبغة تبقى دون ذوبان جيد وتظهر تحت المجهر فتؤثر على دقة الحساب .

٥ ـ العرنوص وحاصل النبات :

يتكون حاصل النبات من مكونات معروفة ، فلو اعتبرنا ان الحاصل هو عبارة عن شكل حجمي من متوازي المستطيلات لكانت مكونات الحاصل هي ابعاد هذا المتوازي تماماً وهي عدد العرانيص للنبات × معدل عدد الحبوب للعرنوص × معدل وزن الحبة الواحدة ، وسوف نلقي بعض الضوء على دراسة هذه المكونات .

أ ـ عدد العرانيص للنبات

كما اسلفنا قبل قليل ، يمكن اخذ ١٠ ـ ٢٠ نبات من كل معاملة (حسب الصنف) واحتساب مجموع عرانيصها جميعاً (صغيرة وكبيرة) من تلك التي اعطت حبوباً وبقسمة العرانيص على عدد النباتات يتم الحصول على معدل عدد العرانيص للنبات .

ب ـ عدد الحبوب للعرنوص ونسبة الخصب

تؤخذ كافة العرانيص لكافة عينة النباتات المدروسة وتفرط باليد او بالماكنة المفرطة وتحسب كافة الحبوب باليد او باستخدام الجهاز الالكتروني الخاص بذلك (seed counter) والادق هو الحساب اليدوي دوماً ، وبقسمة عدد الحبوب الكلي على عدد العرانيص الكلي نحصل على معدل عدد الحبوب للعرنوص . يمكن كذلك معرفة عدد الحبوب بالنسبة الوزنية ، فيؤخذ مثلاً ١٠٠ غم وتحسب حبوبها ثم تعمل نسبة على بقية الوزن . يمكن استخراج نسبة الخصب بقسمة معدل عدد الحبوب للعرنوص على معدل المبايض الكلي للعرنوص (الخصبة والمجهضة) .

جـ ـ معدل وزن الحبة

يفضل في حالة الذرة الصفراء اخذ عينات عشوائية من المعاملات باحتساب ١٠٠ حبة عشوائياً مرتين او ثلاث مرات وتوزن ويؤخذ معدلها ثم يقسم معدل وزن المائة بذرة على مائة ويتم الحصول على معدل وزن الحبة الواحدة (غم) وعادة يقاس لغاية ملغم واحد اي ٠,٠٠١ غم .

د ـ معدل عدد الصفوف للعرنوص

يعتبر البعض ان معدل عدد الصفوف للعرنوص هو احد مكونات الحاصل وربما لا ضير في ذلك ، الا انه يجب تغيير بعض المكونات الاخرى بتعابير اخرى فاذا استخرج معدل عدد الصفوف للعرنوص فلابد من استخراج معدل عدد الحبوب بدلاً من معدل عدد الحبوب للعرنوص لان الثانية ما هي الا عبارة عن حاصل ضرب معدل عدد الصفوف في العرنوص × معدل عدد الحبوب في الصف .

هـ ـ عمق الحبة **(depth of kernel)**

عندما تكون الحبة طويلة فان ذلك يسمح بزيادة وزنها اكثر فيما اذا حافظت على حجمها ، كما ان زيادة عمق الحبة له الاثر الهام في شدة تماسك الحبوب مع بعضها وعدم انفراطها بسهولة لان جزءاً اكبر منها سوف ينغرز في نسيج القالح (cob) ويمكن قياس ذلك باخذ عدة حبوب من بضعة عرانيص وقياس الجزء الذي ينغرز في القالح .

د ـ حاصل الحبوب للهكتار والتعبير للرطوبة المناسبة :

يمثل حاصل الحبوب للهكتار حاصل ضرب معدل الحبوب للنبات × الكثافة النباتية المستخدمة في الهكتار ، فمثلاً لو كانت الزراعة قد تمت على مسافة متر واحد بين الخطوط و ٢٠ سم بين النباتات فان المساحة التي يحتلها النبات الواحد هي ١٠٠ × ٢٠ سم (٢٠٠٠ سم^{٢}) وحيث ان المتر المربع هو ١٠٠٠٠ سم^{٢} ، اذن سيكون في كل متر مربع ٥ نباتات تماماً ، وحيث ان كل هكتار فيه ١٠٠٠٠ م^{٢} فان عدد النباتات في الهكتار (الكثافة النباتية) ستكون ٥٠٠٠٠ نبات/ هكتار ، وبذا فلو كان معدل حاصل الحبوب للنبات هو ١٥٠ غرام فان حاصل الحبوب/ هـ سيكون ٠,١٥ × ٥٠٠٠٠ = ٧,٥ طن/ هكتار ويعبر عادة عن الحاصل بالوحدات المترية المسماة (SI units) والتي مشتقة من (International system) وهي اما طن/ هكتار او ميكا غرام/ هكتار ($Mg\ ha^{-1}$) والميكاغرام = طن ، كما تستخدم وحدة الكنتال/ هكتار ($quintal\ ha^{-1}$) والكنتال الواحد يساوي ١٠٠ كيلوغرام .

ان الحاصل بعد تحويله الى وحدات للهكتار لابد من معرفة نسبة الرطوبة فيه لكل معاملة وتعديل الحاصل هذا وعلى اساس نسبة الرطوبة ١٥,٥ ٪ وهي النسبة

المثبتة والمعتمدة عالمياً في حساب الحاصل لانها تعتبر اوطأ نسبة رطوبة يمكن عندها خزن الحبوب .

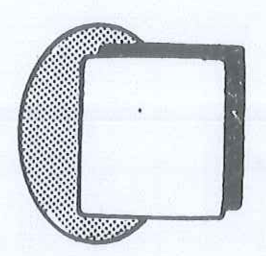
ان قياس نسبة الرطوبة يجب ان يتم اثناء جمع حاصلات المعاملات لاستخراج معدل حاصل النبات الواحد في المعاملة ، حيث توجد جداول خاصة يمكن اعتمادها لمعرفة الوزن المطلوب بعد التعبير للرطوبة ١٥,٥ ٪ . يوضح جدول ١٦ ــ ١ اوزان ١٠٠ وحدة من الحبوب (او اية مادة اخرى نباتية) برطوبة عالية محولة او معدلة الى رطوبة واطئة ، وبالعكس ، فمثلاً حاصل الحبوب في العروة الربيعية يكون منخفض الرطوبة ، بينما يكون الحاصل في العروة الخريفية مرتفع الرطوبة وعليه تحتاج الى تعديل حاصل الحبوب في العروة الربيعية الى رطوبة اعلى (١٥,٥ ٪) وتحتاج الى تعديل الرطوبة في العروة الخريفية الى رطوبة اوطأ (١٥,٥ ٪ كذلك) ، والمثال يوضح ذلك بصورة افضل ، فمثلاً لو كان حاصل النبات في العروة الربيعية برطوبة ٦ ٪ فيمكن النظر الى الجدول في بيانات المثلث الايمن السفلي لتقراء تحت الرقمين ١٥ و ١٦ الرقمين ٦ و ١١٠ و ١١١,٩٨ مقابل الرقم ٦ في العمود الايسر من الجدول ، وهذان الرقمان يمثلان حاصل ١٠٠ غم مثلاً برطوبة ٦ ٪ بعد تعديلها الى رطوبة ١٥,٥ ٪ حيث تأخذ معدل الرقمين (١١٠,٦ + ١١١,٩) لتكون القيمة ١١١,٣ غم ممثلة لمائة غرام حبوب برطوبة ٦ ٪ ، اما لو كان حاصل العروة الخريفية برطوبة ٢٢ ٪ واريد معرفة كم يكون حاصل المائة غرام منها لو عدلت للرطوبة ١٥,٥ ٪ ، يمكن عمل ذلك بالنظر مقابل الرقم ٢٢ في اليسار وتحت الرقمين ١٥ و ١٦ لنقرأ ٩١,٨ و ٩٢,٩ ليكون معدلها (٩٢,٨ غم) ممثلاً لوزن مائة غرام حبوب برطوبة ٢٢ ٪ بعد تعديلها الى رطوبة ١٥,٥ ٪ . هذا وبعد استخراج قيمة الحاصل المعدل الى الرطوبة المطلوبة يمكن عمل نسبة مئوية اعتيادية لتحويل بقية الحاصل الى التعديل الجديد ، اي انه لو كان حاصل النبات هو ١٣٥ غم ، فان الجدول هو لتحويل ١٠٠ غرام منها وبعد تحويلها (تعديلها) نقول كل ١٠٠ غرام اعطت حاصلاً معدلاً قدره كذا فكم تعطي القيمة ١٣٥ غرام وهكذا ، ومن الجدير بالاشارة هنا انه لا يمكن ابداً اعتماد النسبة والتناسب بتعبير الرطوبة مباشرة .

٦ ــ مجموع المادة الجافة (Total dry matter = TDM)

يمثل مجموع المادة الجافة مجموع حاصل الحبوب والاوراق والسيقان والجذور . ان مجموع المادة الجافة الذي ينتجه النبات في مساحة معينة من الارض له قيمة كبيرة في المعايير العلمية في مجال القدرة الانتاجية للتركيب الوراثي والمجال المتاح

لمربي النبات لتحويل اكبر جزء من المادة الجافة الخضرية الى الجزء التكاثري . ان حساب المادة الجافة للاوراق والسيقان والجذور يتبع نفس المبدأ لحسابها للحبوب ، حيث تجمع وتوزن ويستخرج وزنها الجاف ثم يعير الوزن الى نسبة رطوبة ١٥,٥٪ كذلك وهو الحالة المفضلة ، او الحالة الثانية وهو تحويل حاصل الحبوب الى صفر مادة جافة اي طرد كافة الماء من الحبوب ووزنها بعد ذلك لمعدل النبات الواحد واضافة ذلك الى مجموع المادة الجافة للاجزاء النباتية الاخرى (بالتحويل فقط) .

ان انتاج اصناف قصيرة النبات يعتبر انجازاً علمياً كبيراً لتحقيق اعلى نسبة تجزئة (partition percent) في الحاصل او ما يسمى بالحاصل الاقتصادي او الحيوي (Biological ≟ economical yield) او ما يعبر عنها احياناً كذلك (Biomass) أو معامل الحصاد . (Harvest index) . ان القدرة لنبات الصنف على انتاج مادة جافة عالية (الجزء الاقتصادي) يعبر عنها بقدرة الصنف على التصنيع الحيوي النباتي (plant biotechnology) وهذه القدرة الانتاجية يستثمرها مربي النبات لانتاج حاصل اعلى عن طريق تغيير مكونات هذا الناتج اي بانتاج نباتات اما قصيرة القامة او صغيرة او قليلة الاوراق او رفيعة الساق ...... الخ وهذا ما يعبر عنه بالتعويض عن الجزء الخضري بالجزء التكاثري اي زيادة حصة الجزء التكاثري (الحبوب) على حساب حصة الجزء الخضري . ان هذا الاجزاء يمكن ان يتم احياناً عن طريق عمليات خدمة التربة والمحصول مثل تغيير موعد الزراعة او الكثافة النباتية او اضافة عنصر معين من العناصر النادرة او تشجيع عمل انزيم معين عن طريق اضافة عامل مساعد .. الخ ، وبذا يكون من المفيد جداً قياس مجموع المادة الجافة لنباتات تلك المعاملة ونسبة حاصل الحبوب الى مجموع الحاصل الكلي للمادة الجافة .



الفصل السابع عشر

وحدات ومقاييس ومعلومات متنوعة

أي ٩٨ وتقسيم على ١٠٠ باعتبارها بالـ٪

١٥٫٥ = ٩٢٫٣٥

ثم رطوبة ٢٢٪ للتخزين

٤٢٠

جدول ١٦-١ . وزن ١٠٠ وحدة (كجم، طن ...الخ) من الحبوب (أو أية مادة أخرى) برطوبة معينة وما يقابلها من الوزن بالرطوبة المطلوبة (أعلى أو أوطأ). مثلث البيانات السفلي هو اوزان ١٠٠ وحدة برطوبة واطئة محولة الى رطوبة اعلى، بينما مثلث البيانات العلوي هو اوزان ١٠٠ وحدة برطوبة عالية محولة الى رطوبة أوطأ.

نسبة الرطوبة	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٥٫٥ ١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥
٢٥	٧٩٫٠	٧٩٫٨	٨٠٫٧	٨١٫٥	٨٢٫٤	٨٣٫٣	٨٤٫٣	٨٥٫٢	٨٦٫٢	٨٧٫٢	٨٨٫٢	٨٩٫٣	٩٠٫٤	٩١٫٥	٩٢٫٦	٩٣٫٨	٩٤٫٩	٩٦٫٢	٩٧٫٤	٩٨٫٧	-
٢٤	٨٠٫٠	٨٠٫٩	٨١٫٧	٨٢٫٦	٨٣٫٥	٨٤٫٤	٨٥٫٤	٨٦٫٤	٨٧٫٤	٨٨٫٤	٨٩٫٤	٩٠٫٥	٩١٫٦	٩٢٫٧	٩٣٫٨	٩٥٫٠	٩٦٫٢	٩٧٫٤	٩٨٫٧	-	١٠١٫٣
٢٣	٨١٫١	٨١٫٩	٨٢٫٨	٨٣٫٧	٨٤٫٦	٨٥٫٦	٨٦٫٥	٨٧٫٥	٨٨٫٥	٨٩٫٥	٩٠٫٦	٩١٫٧	٩٢٫٨	٩٣٫٩	٩٥٫١	٩٦٫٣	٩٧٫٥	٩٨٫٧	-	١٠١٫٣	١٠٢٫٧
٢٢	٨٢٫١	٨٣٫٠	٨٣٫٩	٨٤٫٨	٨٥٫٧	٨٦٫٧	٨٧٫٦	٨٨٫٦	٨٩٫٧	٩٠٫٧	٩١٫٨	٩٢٫٩	٩٤٫٠	٩٥٫١	٩٦٫٣	٩٧٫٥	٩٨٫٧	-	١٠١٫٣	١٠٢٫٦	١٠٤٫٠
٢١	٨٣٫٢	٨٤٫٠	٨٥٫٠	٨٥٫٩	٨٦٫٨	٨٧٫٨	٨٨٫٨	٨٩٫٨	٩٠٫٨	٩١٫٩	٩٢٫٩	٩٤٫١	٩٥٫٢	٩٦٫٣	٩٧٫٥	٩٨٫٨	-	١٠١٫٣	١٠٢٫٦	١٠٤٫٠	١٠٥٫٣
٢٠	٨٤٫٢	٨٥٫١	٨٦٫٠	٨٧٫٠	٨٧٫٩	٨٨٫٩	٨٩٫٩	٩٠٫٩	٩٢٫٠	٩٣٫٠	٩٤٫١	٩٥٫٢	٩٦٫٤	٩٧٫٦	٩٨٫٨	-	١٠١٫٣	١٠٢٫٦	١٠٣٫٩	١٠٥٫٣	١٠٦٫٧
١٩	٨٥٫٣	٨٦٫٢	٨٧٫١	٨٨٫٠	٨٩٫٠	٩٠٫٠	٩١٫٠	٩٢٫٠	٩٣٫١	٩٤٫٢	٩٥٫٣	٩٦٫٤	٩٧٫٦	٩٨٫٨	-	١٠١٫٣	١٠٢٫٥	١٠٣٫٩	١٠٥٫٢	١٠٦٫٦	١٠٨٫٠
١٨	٨٦٫٣	٨٧٫٢	٨٨٫٢	٨٩٫١	٩٠٫١	٩١٫١	٩٢٫١	٩٣٫٢	٩٤٫٣	٩٥٫٣	٩٦٫٥	٩٧٫٦	٩٨٫٨	-	١٠١٫٢	١٠٢٫٥	١٠٣٫٨	١٠٥٫١	١٠٦٫٥	١٠٧٫٩	١٠٩٫٣
١٧	٨٧٫٤	٨٨٫٣	٨٩٫٣	٩٠٫٢	٩١٫٢	٩٢٫٢	٩٣٫٣	٩٤٫٣	٩٥٫٥	٩٦٫٥	٩٧٫٧	٩٨٫٨	-	١٠١٫٢	١٠٢٫٥	١٠٣٫٨	١٠٥٫١	١٠٦٫٤	١٠٧٫٨	١٠٩٫٢	١١٠٫٧
١٦	٨٨٫٤	٨٩٫٤	٩٠٫٣	٩١٫٣	٩٢٫٣	٩٣٫٣	٩٤٫٤	٩٥٫٥	٩٦٫٦	٩٧٫٧	٩٨٫٨	-	١٠١٫٢	١٠٢٫٤	١٠٣٫٧	١٠٥٫٠	١٠٦٫٣	١٠٧٫٧	١٠٩٫١	١١٠٫٥	١١٢٫٠
١٥	٨٩٫٥	٩٠٫٤	٩١٫٤	٩٢٫٤	٩٣٫٤	٩٤٫٤	٩٥٫٥	٩٦٫٦	٩٧٫٧	٩٨٫٨	-	١٠١٫٢	١٠٢٫٤	١٠٣٫٧	١٠٤٫٩	١٠٦٫٣	١٠٧٫٦	١٠٩٫٠	١١٠٫٤	١١١٫٨	١١٣٫٣
١٤	٩٠٫٥	٩١٫٥	٩٢٫٥	٩٣٫٥	٩٤٫٥	٩٥٫٦	٩٦٫٦	٩٧٫٧	٩٨٫٩	-	١٠١٫٢	١٠٢٫٤	١٠٣٫٦	١٠٤٫٩	١٠٦٫٢	١٠٧٫٥	١٠٨٫٩	١١٠٫٣	١١١٫٧	١١٣٫٢	١١٤٫٧
١٣	٩١٫٦	٩٢٫٦	٩٣٫٦	٩٤٫٦	٩٥٫٦	٩٦٫٧	٩٧٫٨	٩٨٫٩	-	١٠١٫٢	١٠٢٫٤	١٠٣٫٦	١٠٤٫٨	١٠٦٫١	١٠٧٫٤	١٠٨٫٨	١١٠٫١	١١١٫٥	١١٣٫٠	١١٤٫٥	١١٦٫٠
١٢	٩٢٫٦	٩٣٫٦	٩٤٫٦	٩٥٫٧	٩٦٫٧	٩٧٫٨	٩٨٫٩	-	١٠١٫١	١٠٢٫٣	١٠٣٫٥	١٠٤٫٨	١٠٦٫٠	١٠٧٫٣	١٠٨٫٦	١١٠٫٠	١١١٫٤	١١٢٫٨	١١٤٫٣	١١٥٫٨	١١٧٫٣
١١	٩٣٫٧	٩٤٫٧	٩٥٫٧	٩٦٫٧	٩٧٫٨	٩٨٫٩	-	١٠١٫١	١٠٢٫٣	١٠٣٫٥	١٠٤٫٧	١٠٦٫٠	١٠٧٫٢	١٠٨٫٥	١٠٩٫٩	١١١٫٣	١١٢٫٧	١١٤٫١	١١٥٫٦	١١٧٫١	١١٨٫٧
١٠	٩٤٫٧	٩٥٫٨	٩٦٫٨	٩٧٫٨	٩٨٫٩	-	١٠١٫١	١٠٢٫٣	١٠٣٫٤	١٠٤٫٧	١٠٥٫٩	١٠٧٫١	١٠٨٫٤	١٠٩٫٨	١١١٫١	١١٢٫٥	١١٣٫٩	١١٥٫٤	١١٦٫٩	١١٨٫٤	١٢٠٫٠
٩	٩٥٫٨	٩٦٫٨	٩٧٫٩	٩٨٫٩	-	١٠١٫١	١٠٢٫٢	١٠٣٫٤	١٠٤٫٦	١٠٥٫٨	١٠٧٫١	١٠٨٫٣	١٠٩٫٦	١١١٫٠	١١٢٫٨	١١٣٫٨	١١٥٫٢	١١٦٫٧	١١٨٫٢	١١٩٫٧	١٢١٫٣
٨	٩٦٫٨	٩٧٫٩	٩٨٫٩	-	١٠١٫١	١٠٢٫٢	١٠٣٫٤	١٠٤٫٥	١٠٥٫٧	١٠٧٫٠	١٠٨٫٢	١٠٩٫٥	١١٠٫٨	١١٢٫٢	١١٣٫٦	١١٥٫٠	١١٦٫٥	١١٧٫٩	١١٩٫٥	١٢١٫١	١٢٢٫٧
٧	٩٧٫٩	٩٨٫٩	-	١٠١٫١	١٠٢٫٢	١٠٣٫٣	١٠٤٫٤	١٠٥٫٧	١٠٦٫٩	١٠٨٫١	١٠٩٫٤	١١٠٫٧	١١٢٫٠	١١٣٫٤	١١٤٫٨	١١٦٫٣	١١٧٫٧	١١٩٫٢	١٢٠٫٨	١٢٢٫٤	١٢٤٫٠
٦	٩٩٫٠	-	١٠١٫١	١٠٢٫٢	١٠٣٫٣	١٠٤٫٤	١٠٥٫٦	١٠٦٫٨	١٠٨٫٠	١٠٩٫٣	١١٠٫٦	١١١٫٩	١١٣٫٣	١١٤٫٦	١١٦٫٠	١١٧٫٥	١١٩٫٠	١٢٠٫٥	١٢٢٫١	١٢٣٫٧	١٢٥٫٣
٥	-	١٠١٫١	١٠٢٫٢	١٠٣٫٣	١٠٤٫٤	١٠٥٫٦	١٠٦٫٧	١٠٨٫٠	١٠٩٫٢	١١٠٫٥	١١١٫٨	١١٣٫١	١١٤٫٥	١١٥٫٩	١١٧٫٣	١١٨٫٨	١٢٠٫٣	١٢١٫٨	١٢٣٫٤	١٢٥٫٠	١٢٦٫٧

جدول ١٧ ـ ١ المساحات (١٠٠٠ هكتار) وحاصل الحبوب (١٠٠٠ طن) ومعدل انتاج الهكتار (كغم/ هـ) في العالم وبعض الدول المنتجة خلال السنوات الخمس ١٩٧٨ ـ ١٩٨٢ (مرتبة حسب المساحة المزروعة) لمحصول الذرة الصفراء .

الدولة	السنة	المساحة (١٠٠٠ هـ)	مجموع الانتاج (١٠٠٠ طن)	معدل انتاج الهكتار (كغم)
العالم	١٩٧٨	١٢٧١٤٢	٣٩٠١٠٤	٣٠٦٨
	١٩٧٩	١٢٦٢٥٨	٤١٨٥٩٨	٣٣١٥
	١٩٨٠	١٣٠٩٨٩	٣٩٢٢٤٩	٢٩٩٥
	١٩٨١	١٣٢٥٨٧	٤٥٠٥٥٧	٣٣٩٨
	١٩٨٢	١٣١٤٢٧	٤٥٥٣٥١	٣٤٦٥
الولايات المتحدة	١٩٧٨	٢٩١٠٩	١٨٤٦١٤	٦٣٤٢
	١٩٧٩	٢٩٣٠٠	٢٠٨٦٥٥	٦٨٨٣
	١٩٨٠	٢٩٥٦٧	١٦٨٨٥٥	٥٧١١
	١٩٨١	٣٠٢٣٠	٢٠٨٣٣٠	٦٨٩١
	١٩٨٢	٢٩٦٠٤	٢١٣٣٠٢	٧٢٠٥
الصين	١٩٧٨	١٩٠٣٧	٥٣١٠٧	٢٧٩٠
	١٩٧٩	٢٠١٦٤	٦٠٠٩٩	٢٩٨١
	١٩٨٠	٢٠٠٣٥	٥٩٧٠٥	٢٩٨٠
	١٩٨١	١٩٤٥٧	٥٩٣٠١	٣٠٤٨
	١٩٨٢	٢٠٠٣٩	٦٤١٠٠	٣١٩٩
البرازيل	١٩٧٨	١١١٢٥	١٣.	١٢٢٠
	١٩٧٩	١١٣١٤	١٦٣٠	١٤٤٢
	١٩٨٠	١١٤٣٨	٢٠٣٧٧	١٧٨٢
	١٩٨١	١١٤٩٣	٢١٠٩٨	١٨٣٦
	١٩٨٢	١٢٦٥٠	٢١٩١٩	١٧٣٣

٣٠

المكسيك	١٩٧٨	٧١٩١	١٠٩٣٠	١٥٢٠
	١٩٧٩	٥٥٠٢	٨١٣٤	١٤٧٧
	١٩٨٠	٧٣٤٩	١١٠٨١	١٥٢٩
	١٩٨١	٨١٥٠	١٤٧٦٦	١٨١٣
	١٩٨٢	٦٣٧٢	١٢٢١٥	١٩٤٨
الهند	١٩٧٨	٥٧٦٠	٦١٩٩	١٠٧٦
	١٩٧٩	٥٧٥٢	٥٥٧٨	٩٧٠
	١٩٨٠	٥٨٠٠	٦٤٠٠	١١٠٣
	١٩٨١	٥٨٩٨	٦٧٦٠	١١٤٦
	١٩٨٢	٥٨٠٠	٦٥٠٠	١١٢١
رومانيا	١٩٧٨	٣١٧٩	١٠٢٠٨	٢٣٢٠
	١٩٧٩	٣٣١١	١٢٤٢٥	٣٢١١
	١٩٨٠	٣٣٠٠	١٢٤٢٥	٣٧٥٣
	١٩٨١	٣٣٢٧	١١١٨٠	٣٥٧٥
	١٩٨٢	٣٣٠٠	١٢٦٠٠	٣٨١٨
العراق	١٩٧٨	٣٣	٩٦	٢٩٢٧
	١٩٧٩	٣٥	٨٥	٢٤٢٩
	١٩٨٠	٣٥	٦٥	١٨٥٧
	١٩٨١	٣٥	٩٠	٢٥٧١
	١٩٨٢	٣٥	٩٠	٢٥٧١

جدول ١٧ ـ ٢ المساحات (١٠٠٠ هكتار) وحاصل الحبوب (١٠٠٠ طن) ومعدل انتاج الهكتار (كغم) في قارات العالم للسنوات الخمس ١٩٧٨ ـ ١٩٨٢ (مرتبة حسب مجموع الانتاج) لمحصول الذرة الصفراء .

القارة	السنة	مجموع الانتاج (١٠٠٠ طن)	مجموع المساحة (١٠٠٠ هكتار)	معدل الانتاج (كغم / هـ)
امريكا الوسطى والشمالية	١٩٧٨	٢٠٢١٦٣	٣٩١١٢	٥١٦٩
	١٩٧٩	٢١٧٧٢٠	٣٧٥٤٠	٥٧٨٦
	١٩٨٠	١٨٨٠٧٧	٣٩٧٣٣	٤٧٣٤
	١٩٨١	٢٣٢٣٦٠	٤١٥٣٥	٥٥٩٤
	١٩٨٢	٢٣٤٧٤٤	٣٩١٦٢	٥٩٩٤
اسيا	١٩٧٨	٧٥٦٧٠	٣٥٨٣٤	٢١١٢
	١٩٧٩	٨٢٤٨٦	٣٦٧٧١	٢٢٤٣
	١٩٨٠	٨٣١٣٩	٣٧٠٩٠	٢٢٤٢
	١٩٨١	٨٤٤٦٤	٣٦٧٠٢	٢٣٠١
	١٩٨٢	٨٨٢٢٧	٣٦٩٠٩	٢٣٩٠
اوربا	١٩٧٨	٤٨٤١٤	١١٥٠٧	٤٢٠٧
	١٩٧٩	٥٦٧٣٠	١٢١٧٠	٤٦٦١
	١٩٨٠	٥٣٥٢٢	١١٩٣٨	٤٤٨٣
	١٩٨١	٥٤٧٨١	١١٥٣٤	٤٧٥٠
	١٩٨٢	٥٨٧٣٠	١١٥٨٦	٥٠٦٩
اميركا	١٩٧٨	٢٦٦٥٣	١٦٢٩٦	١٦٣٦

الجنوبية	١٩٧٩	٢٩٠٤١	١٦٦٤٠	١٧٤٥
	١٩٨٠	٣٠٢٩٢	١٦٤١٣	١٨٤٦
	١٩٨١	٣٧٨٤٢	١٧٣٢٥	٢١٨٤
	١٩٨٢	٣٥٤٠٩	١٨٢٣٢	١٩٤٢
افريقيا	١٩٧٨	٢٧٩٤٢	٢١٧٨٣	١٢٨٣
	١٩٧٩	٢٤٣٥٢	٢٠٣٨٨	١١٩٤
	١٩٨٠	٢٧١٩١	٢٢٢٤٥	١٢٢٢
	١٩٨١	٣٢٧٧٨	٢١٨٦٩	١٤٩٩
	١٩٨٢	٢٥٣٠٥	٢١٢٨٨	١١٨٩
استراليا	١٩٧٨	١٣٠	٤٥	٢٨٦٨
	١٩٧٩	١٦٩	٥٠	٣٣٨٠
	١٩٨٠	١٢٧	٤٣	٢٩٥٣
	١٩٨١	١٧٣	٥٦	٤٢٦٩
	١٩٨٢	٢١٣	٥٩	٥٠١٧

جدول ١٧ ـ ٣ وحدات ومقاييس

١ ـ الاطوال :

١ كيلو متر (km) = ١٠٠٠ متر (m) = ٠,٦٢١٤ ميل

١ هكتومتر (hm) = ١٠٠ متر = ٣٢٨ قدم وانج واحد

١ ديكامتر (dkm) = ١٠ متر = ٣٩٣,٧ انج

١ ديسمتر (dm) = $\frac{١}{١٠}$ متر = ٣,٣٩٧ انج

١ سنتيمتر (cm) = $\frac{١}{١٠٠}$ متر = ٠,٣٩٣٧ انج

١ مايكرون (M) = $\frac{١}{١٠٠٠}$ ملم

١ مليمكايكرون (mM) = $\frac{١}{١٠٠٠}$ مايكرون

١ انكستروم (°A) = $\frac{١}{١٠}$ مليمايكرون

٢ ـ المساحات :

١ سنتار (ca) = ١ متر مربع

١ آر (a) = ١٠٠ متر مربع

١ هكتار (ha) = ١٠٠٠٠ متر مربع (سنتار)

١ ايكر = ٠,٤٠٤٧ هكتار

١ ميل مربع = ٦٤٠ ايكر

١ فدان (مصري) = ٤٢٠٠ متر مربع

١ دونم (عراقي) = ٢٥٠٠ متر مربع

٣ ـ الاوزان

١ مايكروغرام (Mgm) = ١ ٠,٠٠٠٠٠ غرام

١ مليغرام (mgm) =٠,٠٠١ غرام

١ سنتيغرام (cgm) = ٠,٠١ غرام = ١٠ مليغرام

١ ديسيغرام (dgm) = ٠,١ غرام = ١٠٠ مليغرام

١ غرام (gm) = ١٠٠٠ مليغرام

١ ديكاغرام (dkgm) = ١٠ غرام

١ هكتوغرام (hgm) = ١٠٠ غرام

١ كيلوغرام (kgm) = ١٠٠٠ غرام = ٢,٢٠٤٦ باوند

١ كنتال (قنطار) (qu) = ١٠٠ كيلو غرام = ٢٢٠,٤٦ باوند

١ طن (t) = ١٠٠٠ كيلو غرام = ٢٢٠٤,٦٢ باوند

٤ ــ الحجوم :

١ سنتيمتر مكعب (cc) (ml) = ٠,٠٦١٠ انج مكعب
١ ديسيمتر مكعب (cd) = ١٠٠٠ سنتيمتر مكعب
١ متر مكعب = ١٠٠٠ ٠٠٠ سنتيمتر مكعب
١ انج مكعب = ١٦,٣٨٧ سنتيمتر مكعب
١ قدم مكعب = ١٧٢٨ انج مكعب = ٢٨٣١٧٠٢ سم^3
١ باينت (pt) = ٤٧٣,١٦٧ سم^3
١ كوورت (qt) = ٢ باينت = ٠,٩٤٦٣ لتر
١ غالون = ٤ باينت = ٣,٧٨٥ لتر
١ لتر = ١٠٠٠ مليلتر
١ ملعقة كوب = ٥ سم^3
١ ملعقة طعام = ٣ ملعقة كوب = ١٥ سم^3
١ ديكالتر = ١٠ لتر = ٠,٢٨٣٨ بوشل
١ هكتولتر = ١٠٠ لتر = ٢,٨٣٨ بوشل
١ بوشل = ٣٥,٢٤ لتر

٥ ــ درجات الحرارة

من مئوي الى فهرنهايتي :

مْ = (فْ ــ ٣٢) × $\frac{٥}{٩}$

١ مْ = ١,٨ فْ

من فهرنهايتي الى مئوي

فْ = (مْ × $\frac{٩}{٥}$) + ٣٢

صفر مئوي = ٣٢ فْ و ١٠٠ مْ = ٢١٢ فْ و ــ ٤٠ مْ = ــ ٤٠ فْ

٦ ــ مقاييس ماء الري في مساحة الارض

١ ايكر ــ انج = ١١٣ طن
١ ايكر ــ قدم = ٣٢٣١٣٦ غالون
١ هكتار ــ سم = ١٠٠ متر مكعب = ١٠٠٠ طن
١ هكتار - ١٠ سم = ١٠٠٠ متر مكعب = ١٠٠٠ طن

٧ ــ مقاييس حجوم التربة

١ قدم مكعب مادة عضوية (دمن) = ١٠ كفم او اكثر
١ قدم مكعب تربة مزيجبة = ٤٠ كفم تقريبا

١ ايكر ـ قدم = ٢٠٠٠ طن

معدل وزن التربة بعمق المحراث للهكتار = ٢٥٠٠ طن

٨ ـ مقاييس خزن الحبوب

لحساب حجم السايلو بالبوشل (اذا كانت ابعاده بالاقدام على شكل :

متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع × ٠,٨

اسطواني = مربع القطر × الارتفاع × $\frac{٥}{٨}$

الذرة الصفراء بعرانيصها داخل المشبك :

الطول × العرض × الارتفاع (بالاقدام) × ٠,٤

جدول ١٧ ـ ٤ رموز الوحدات المستخدمة عالمياً في مجال ابحاث المحاصيل الحقلية

الصفة المدروسة	نوع القياس	الوحدة المستخدمة	رمز الوحدة
المساحة	مساحة الارض	متر مربع ، هكتار	ha, m^2
	مساحة الورقة	متر مربع	m^2
الكثافة	الكثافة الظاهرية للتربة	ميكاغرام/ م٣	Mgm^{-3}
التوصيل الكهربائي	تحمل الملوحة	سيمنز/ م	Sm^{-1}
سرعة الاستطالة	نمو النبات	ملم/ ثا او ملم/ يوم	$mm\ day^{-1}, mms^{-1}$
الاثيلين	نشاط تثبيت النايتروجين	نانومول للنبات للثانية	$n\ mol\ plant^{-1}s^{-1}$
الايونات المستخلصة	للتربة	ملغم/ كغم	$mgkg^{-1}$
كميات الاسمدة	للتربة	كغم/ م٢ أو كغم/ هـ	$kgha^{-1}, gmm^{-2}$
متانة الالياف	تيلة القطن	كيلو نيوتن متر/ كغم	$kgNmkg^{-1}$
كثافة الانسياب	الانسياب الحراري	وات/ م٢	Wm^{-2}
	انتشار الغاز	مول/ م٢/ ثا	$mol\ m^{-2}s^{-1}$
		او غم/ م٢/ ثا	$gm\ m^{-2}s^{-1}$
	انسياب الماء	كغم/ م٢/ ثا	$kgm^{-2}s^{-1}$
		او م٣/ م٢/ ثا	$m^3m^{-2}s^{-1}$
انتشارية الغاز	انتشار الغاز	م٢/ ثا	m^2s^{-1}
اختبار وزن الحبوب	الكثافة الظاهرية للحبوب	كغم/ م٣	kgm^{-3}
التوصيل المائي	انسياب الماء	كغم ـ ثا/ م٣ اوم ٣ ـ ثا/ كغم	$m^3\ skg^{-1}, kg\ sm^{-3}$

		اوم/ ثا	ms^{-1}
انتقال الايونات	امتصاص الايونات	مول/ كغم/ ثا	$mol\ kg^{-1}\ s^{-1}$
نسبة المساحة الورقية	انتاجية النبات للحبوب	م٢/ كغم	$m^2\ kg^{-1}$
	كفاءة الحاصل	كغم/ م٢	kgm^{-2}
كثافة المجال المغناطيسي	التردد الالكتروني	تسلا	T
تركيز العناصر	اجزاء النبات	مليمول/ كغم او غم/ كغم	gkg^{-1}, $m\ mol\ kg^{-1}$
سرعة التركيب الضوئي	استهلاك ثاني اوكسيد الكاربون	ملغم/ م٢/ ثا	$mg\ m^{-2}\ s^{-1}$
سرعة نمو النبات	انتاجية النبات للمادة الجافة	غم/ م٢/ يوم	$gm^{-2}\ day^{-1}$
المقاومة	الثغور	ثا/ يوم	sm^{-1}
قوام التربة	غم/ كغم او نسبة مئوية		$^{\circ}/_{\circ}$, $g\ kg^{-1}$
الحرارة النوعية	الخزن الحراري	جول/ كغم/ كالفن	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
الحرارة الانسياب الحراري	واط/ م/ كالفن		$Wm^{-1}\ K^{-1}$
سرعة التنفس	طرح الماء	غم/ م٢/ ثا او م٣/ م٢/ ثا	$m^3\ m^{-2}\ s^{-1}$, $gm^{-2}\ s^{-1}$
الحجم	في الحقل او المختبر	م٣ او لتر	m^3, L
محتوى الماء	الماء في النبات	غم/ كغم (من النبات)	$g\ kg^{-1}$
	الماء في التربة	م٣/ م٣ (من التربة)	$m^3\ m^{-3}$
انكسار اشعة اكس	التربة	ريديانتز او درجة	$0, \theta$
الحاصل	حبوب او مادة خضراء	غم/ م٢ او كغم/ هـ	$kg\ ha^{-1}$, gm^{-2}
		او ميكاغرام/ هـ	$Mg\ ha^{-1}$
		او طن/ هـ	$t\ ha^{-1}$
	كتلة النبات	غم/ نبات	$g\ plant^{-1}$
		او غم/ حبة	$g\ kernel^{-1}$

ASA. Factors for converting non- SI units to acceptable units, 1985. Agron .j .17 :IV.

جدول ١٧ ـ ٥ تحويل الوحدات الاسترلينية الى النظام المتري

الوحدة الاسترلينية	تضرب ×	الوحدة المترية (العالمية)	
ايكر A	٠,٤٠٥	هكتار	ha
إنكستروم A^o	٠,١	نانومتر	nm
ضغط جوي (بار)	٠,١	ميكاباسكال	MPa
وحدة حرارية (BTU)	١٠٥٠	جول	J
سعرة	٤,١٩	جول	J
سعرة / سم٢ / دقيقة	٦٩٨	واط / م٢	Wm^{-2}
سعرة / سم٢ (لانكلي)	٤١٩٠٠	جول / م٢	Jm^{-2}
قدم مكعب	٠,٠٢٨	متر مكعب	m^3
قدم مكعب	٢٨,٣	لتر	L
داين	١٠-٥	نيوتن	N
ارك	١٠-٧	جول	J
غالون / ايكر	٩,٣٥	لتر / هـ	Lha^{-1}
غم / سم٣	١,٠	ميكاغرام / م٣	Mgm^{-3}
غم / م٢ / ساعة	٢٧,٨	ملغم / م٢ / ثا	$mgm^{-2}s^{-1}$
مايكرومول / سم٢ / ثا	١٨٠	ملغم / م٢ / ثا	$mgm^{-2}s^{-1}$
مليمو / سم	٠,١	سيمنز / م	Sm^{-1}
اونس	٢٨,٤	غم	g

اونس (سائل)	٠,٠٢٩٦	لتر	L
باوند / ايكر	١,١٢	كغم / هـ	$kgha^{-1}$
باوند / بوشل	١٢,٨٧	كغم / م٣	kgm^{-3}
باوند / قدم مكعب	١٦,٠٢	كغم / م٣	kgm^{-3}
باوند / قدم مربع	٤٧,٩	باسكال	Pa
كوارت	٠,٩٤٦	لتر	L
راد	١,٠	لانكلي	Gy
روتنجن	١,٠	٠,٠٠٠٢٥٨ كولومب	(C)
قدم مربع	٠,٠٩٢٩	متر مربع	m^2
انج مربع	٦٤٥	ملم مربع	mm^2
ميل مربع	٢,٥٩	كم٢	km^2
(درجة حرارة م + ٢٧٣)	١,٠	درجة مطلقة	K^0

جدول ١٧ ـ ٦. النسب المئوية لمكونات الحبوب وبعض منتجاتها

المحصول او المادة	رطوبة	رماد	بروتين	زيت	الياف	كاربوهيدرات	كالسيوم	فسفور
حبوب شعير	٩,٦	٢,٩	١٢,٨	٢,٣	٥,٥	٦٦,٩	٠,٠٧	٠,٣٢
حبوب ذرة صفراء	١٢,٩	١,٣	٩,٣	٤,٣	١,٩	٧٠,٣	٠,٠١	٠,٢٦
بذور قطن (معصورة)	٦,٥	٤,٣	٢٩,٦	٥,٨	٢٥,١	٢٨,٧	—	—
كسبة بذور القطن	٧,٥	٥,٩	٤٤,١	٦,٤	١٠,٣	٢٥,٨	—	—
حبوب ذرة بيضاء	٩,١	١,٧	١٤,٢	٢,٩	١,٤	٧٠,٧	—	—
كسبة بذور الكتان	٨,٥	٥,٦	٣٥,٣	٥,٤	٨,٣	٣٦,٩	٠,٣٦	٠,٨٤
حبوب دخن	١٠,١	٣,٣	١٢,٦	٤,٣	٨,٤	٦١,٣	—	—
مولاس القصب السكري	٢٤,٠	٦,٨	٣,١	—	—	٦٦,١	٠,٣٥	٠,٠٦
حبوب شوفان	٧,٧	٣,٥	١٢,٥	٤,٤	١١,٢	٦٠,٧	٠,١٠	٠,٤٠
بذور فستق الحقل	٥,٥	٣,٣	٣٠,٣	٤٧,٦	٢,٨	١١,٦	٠,٠٦	٠,٣٨
كسبة فستق الحقل	٦,٤	٤,٤	٤١,٦	٧,٢	١٦,٠	٢٤,٤	٠,١٠	٠,٥٠
بذور سلجم	٧,٣	٤,٢	١٩,٥	٤٥,٠	٦,٠	١٨,٠	—	—
حبوب شلب	٩,٧	٥,٤	٧,٣	٢,٠	٨,٦	٦٧,٠	٠,١٠	٠,١٠
نخالة الرز	٨,٨	١٢,٢	١٢,٨	١٣,٨	١٢,٢	٤٠,٢	٠,١٠	١,٨٤
بذور سمسم	٥,٥	٦,٥	٢٠,٣	٤٥,٦	٧,١	١٥,٠	—	—
كسبة السمسم	٩,٨	١٠,٧	٣٧,٥	١٤,٠	٦,٣	٢١,٧	—	—
بذور فول الصويا	٨,٠	٤,٨	٣٨,٩	١٨,٠	٤,٨	٢٥,٥	٠,٢٣	٠,٦٧
كسبة فول الصويا	٧,٨	٥,٨	٤١,٧	٥,٨	٦,٢	٣٢,٧	٠,٢٩	٠,٦٧
بذور عباد الشمس	٦,٩	٣,٢	١٥,٢	٢٨,٨	٢٨,٥	١٧,٤	—	—
حبوب حنطة	١٠,٦	١,٨	١٢,٠	٢,٠	٢,٠	٧١,٦	٠,٠٥	٠,٣٨
نخالة الحنطة	٩,٤	٦,٤	١٦,٤	٤,٤	٩,٩	٥٣,٥	٠,١٠	١,١٤

ألاعلاف الجافة

المحصول او المادة	رطوبة	رماد	بروتين	زيت	الياف	كاربوهيدرات	كالسيوم	فسفور
دريس جت	٧,٢	٨,٠	١٥,٤	١,٦	٣٠,٣	٣٧,٥	١,٥١	٠,٢١
عليقة اوراق الجت	٨,٥	١٤,٤	٢٠,٩	٢,٦	١٥,٧	٣٧,٩	١,٤٢	٠,٢٥
عليقة سيقان الجت	٠,١	٧,٧	١١,٤	١,٣	٣٦,١	٣٤,٤	—	—
ريس الشعير	١٥,٠	٦,٤	٦,٧	١,٦	٢١,٤	٤٨,٩	٠,١٧	٠,٢٥
بن الشعير	١٤,٣	٥,٧	٣,٥	١,٥	٣٦,٠	٣٩,١	—	—
دريس الثيل	٨,٩	٧,٩	٧,٣	١,٧	٢٤,٩	٤٩,٤	٠,٦٠	٠,١٦
قوالح الذرة الصفراء	١٠,٧	١,٤	٢,٤	٠,٥	٣٠,١	٥٤,٩	—	—
اغلفة عرانيص الذرة	٩,٨	٢,٩	٢,٩	٠,٧	٣٠,٧	٥٣,٠	—	—
اوراق الذرة الصفراء	١١,٨	٨,٥	٨,١	٢,٣	٢٤,٤	٤٥,٠	—	—
سيقان الذرة الصفرء	١١,٧	٤,٦	٤,٨	١,٨	٣٢,٧	٤٤,٤	—	—
بقايا الذرة المقطوعة	١٠,٧	٦,١	٥,٧	١,٥	٣٠,٣	٤٥,٧	٠,٤٥	٠,١٠
دريس اللوبيا	٩,٧	١٢,٩	١٧,٥	٢,٨	٢٠,٥	٣٦,٦	١,٨٤	٠,٢٥
سيقان اللوبيا	٩,٧	٥,٣	٧,٤	١,٣	٤١,٥	٣٤,٨	—	—
دريس السفرندة	٧,٢	٧,٢	٨,١	٢,٨	٣٠,٤	٤٤,٣	٠,٥٥	٠,٤٠
دريس الشوفان	١١,٨	٥,٧	٦,١	٢,٤	٢٧,١	٤٦,٩	٠,٢٧	٠,٢٢
سيقان الشوفان	٨,١	٧,٦	٤,٤	٢,٥	٣٦,٢	٤١,٢	٠,٢٣	٠,٢٠
سيقان الرز	٨,٩	١٣,٥	٤,٥	١,٦	٣٤,٠	٣٧,٥	٠,١٨	٠,٠٥
دريس الشيلم	٦,٤	٤,٧	٥,٩	٢,٠	٣٧,٤	٤٣,٦	٠,٢٧	٠,٢٢
سيقان الشيلم	٧,١	٣,٢	٣,٠	١,٢	٣٨,٩	٤٦,٦	—	—
دريس الذرة البيضاء	٥,٨	٩,٥	٩,٥	١,٩	٢٦,٨	٤٦,٥	٠,٣١	٠,٠٩
دريس فول الصويا	٨,٤	٨,٩	١٥,٨	٣,٨	٢٤,٣	٣٨,٨	١,٢٦	٠,٢٢

سيقان فول الصويا	٨,٧	٧,٤	٥,٧	٢,٥	٣٤,٦	٤١,١	—	—
دريس الحشيش السوداني	٥,٣	٨,١	٩,٧	١,٧	٢٧,٩	٤٧,٣	٠,٤٧	٠,٢٤
دريس الهرطمان	١٣,١	٨,٤	٢٠,٩	٢,٧	٢٤,٢	٣٠,٧	٠,٢٥	٠,٣٠
دريس الحنطة	٩,٦	٤,٢	٣,٤	١,٣	٣٨,١	٤٣,٤	٠,١٤	٠,١٥
تبن الحنطة	٦,٨	٥,٤	٤,٣	٣,٤	٣٦,٨	٤٣,٣	—	—

ألاعلاف الخضراء المحصول او المادة	رطوبة	رماد	بروتين	زيت	الياف	كاربوهيدرات	كالسيوم	فسفور
جت (قبل التزهير)	٧٩,٤	٢,٩	٥,٢	٠,٧	٣,٨	٨,٠	٠,٢٨	٠,٠٩
جت (في التزهير)	٧٧,٢	١,٨	٣,٢	٠,٦	٧,٨	٩,٤	٠,٣٩	٠,٠٧
شعير (قبل التزهير)	٨٣,٤	١,٥	٢,٨	٠,٧	٣,٦	٨,٠	٠,٠٦	٠,٠٧
شعير (بعد التزهير)	٧٧,١	١,٦	٢,٢	٠,٥	٦,٤	١٢,٢	٠,٠٥	٠,٠٧
اللهانة	٩٠,٥	٠,٩	٢,٤	٠,٣	١,٢	٤,٧	٠,٠٦	٠,٠٢
ذرة صفراء غيرناضجة	٧٩,٠	١,٢	١,٧	٠,٥	٥,٦	١٢,٠	—	—
ذرة صفراء ناضجة	٧٣,٤	١,٥	٢,٠	٠,٩	٦,٧	١٣,٥	—	—
اللوبيا	٨٢,٥	٢,٥	٣,٤	٠,٥	٤,٠	٧,١	٠,١٨	٠,٠٥
ذرة بيضاء	٧٣,٠	٢,٠	٢,٣	٠,٧	٦,٩	١٥,١	—	—
دخن	٧١,١	١,٧	٣,١	٠,٧	٩,٢	١٤,٢	٠,٠٩	٠,٠٥
شوفان غير ناضج	٨٢,٦	١,٧	٢,٩	٠,٧	٣,٣	٨,٨	٠,٠٧	٠,٠٧
شوفان ناضج	٧٢,٠	٢,١	٢,٧	٠,٩	٧,٤	١٤,٩	٠,٠٨	٠,٠٨
حشيش البساتين غير ناضج	٧٨,٣	٢,٨	٣,٤	١,٠	٥,٣	٩,٢	٠,١٤	٠,١٣
حشيش البساتين مزهر	٧٣,٠	٢,٠	٢,٦	٠,٩	٨,٢	١٣,٣	—	—
السلجم	٨٥,٧	٢,٠	٢,٤	٠,٦	٢,٢	٧,١	—	—
شيلم غير ناضج	٨٠,٨	٢,٣	٤,٥	١,١	٣,٤	٧,٩	٠,١٠	٠,١٠
شيلم ناضج	٧٦,٦	١,٨	٢,٦	٠,٦	١١,٦	٦,٨	٠,٠٨	٠,٠٦
ذرة بيضاء سكرية	٧٧,٣	١,٣	١,٥	١,٠	٦,٢	١٢,٧	—	—
فول الصويا	٧٣,٩	٢,٩	٤,٠	١,١	٧,٦	١٠,٥	٠,٢٨	٠,٠٥
برسيم حلو غير ناضج	٧٥,٣	٢,٢	٥,٣	٠,٧	٦,٧	٩,٨	٠,٢٦	٠,٠٧
ذرة حلوة	٧٩,١	١,٣	١,٩	٠,٥	٤,٤	١٢,٨	—	—
حنطة غير ناضجة	٨٢,٣	٢,١	٣,٨	٠,٩	٣,٠	٧,٩	٠,٠٧	٠,١٠
حنطة ناضجة	٦٨,٧	٢,٦	٢,٤	٠,٧	٨,٦	١٧,٠	٠,٠٦	٠,٠٨

ألسايلج ونواتج اخرى المحصول او المادة	رطوبة	رماد	بروتين	زيت	الياف	كاربوهيدرات	كالسيوم	فسفور
سايلج الجت	٦٨,٩	٢,٧	٥,٧	١,٠	٨,٨	١٢,٩	–	–
سايلج الجت بالمولاس	٦٨,٦	٣,٤	٥,٨	١,٠	٨,٤	١٢,٨	–	–
لب البنجر السكري المجفف	٩,٢	٣,٢	٩,٣	٠,٨	٢٠,٠	٥٧,٥	٠,٦٦	٠,٠٦
لب البنجر بالمولاس	٨,٢	٥,٢	١١,٦	٠,٧	١٦,٤	٥٨,١	٠,٥٩	٠,٠٩
سايلج الذرة الصفراء	٧٣,٨	١,٧	٢,١	٠,٨	٦,٣	١٥,٣	٠,٠٨	٠,٠٨
سايلج ذرة غير ناضجة	٧٩,١	١,٤	١,٧	٠,٨	٦,٠	١١,٠	–	–
سايلج ذرة ناضجة	٧٠,٩	١,٤	٢,٤	٠,٩	٦,٩	١٧,٥	–	–
سايلج اعقاب الذرة	٨٠,٧	١,٨	١,٨	٠,٦	٥,٦	٩,٥	–	–
سايلج اللوبيا	٧٧,٨	٢,١	٣,٢	٠,٩	٦,٥	٩,٥	–	–
سايلج الذرة البيضاء	٦٦,٣	٣,٤	٢,٣	٠,٨	٦,٧	٢٠,٥	–	–
الشوندر	٩٠,٨	١,٠	١,٤	٠,٢	٠,٩	٥,٧	٠,٠٢	٠,٠٢
البطاطا	٧٨,٩	١,٠	٢,١	٠,١	٠,٦	١٧,٣	٠,٠١	٠,٠٦
سايلج البرسيم الاخضر	٧٢,٠	٢,٦	٤,٢	١,٢	٨,٤	١١,٦	–	–
سايلج فول الصويا	٧٥,٦	٢,٦	٢,٤	٠,٨	٩,٦	٩,٠	٠,٢٩	٠,١٠
البنجر السكر	٧٨,٠	١,٠	١,٥	٠,١	٢,٩	١٦,٥	٠,٠٥	٠,٠٦
لب البنجر السكري	٩٠,٥	٠,٤	٠,٩	٠,٢	٢,٢	٥,٨	–	–
سايلج عباد الشمس	٧٧,٩	٢,١	١,٨	١,٦	٦,٥	١٠,١	–	–
سايلج البرسيم الحلو	٧٠,٢	٢,٩	٦,١	١,٠	٩,٧	١٠,١	–	–
البطاطا الحلوة	٧١,١	١,٠	١,٥	٠,٤	١,٣	٢٤,٧	٠,٠٢	٠,٠٥
الشلغم	٩٠,٦	٠,٨	١,٣	٠,٢	١,٢	٥,٩	٠,٠٥	٠,٠٥

جدول ١٧ ـ ٧ المسافات بين النباتات تحت كل مسافة بين خطوط الزراعة والكثافة النباتية التي تعطيها كل توليفة منها للمحاصيل التي تزرع بالمسافات .

الكثافة النباتية المطلوبة (نبات/ هكتار)	المسافات بين خطوط الزراعة ٦٥ سم	٧٥ سم	٨٥ سم	١٠٠ سم
٣٠٠٠٠	٥١,٢٨	٤٤,٤٤	٣٩,٢٢	٣٣,٣٢
٣٥٠٠٠	٤٣,٩٦	٣٨,٠٩	٣٣,٦١	٢٨,٥٧
٤٠٠٠٠	٣٨,٤٦	٣٣,٣٣	٢٩,٤١	٢٥,٠٠
٤٥٠٠٠	٣٤,١٩	٢٩,٦٣	٢٦,١٤	٢٢,٢٢
٥٠٠٠٠	٣٠,٧٧	٢٦,٦٧	٢٣,٥٣	٢٠,٠٠
٥٥٠٠٠	٢٧,٩٧	٢٤,٢٤	٢١,٣٩	١٨,١٨
٦٠٠٠٠	٢٥,٦٤	٢٢,٢٢	١٩,٦١	١٦,١٧
٦٥٠٠٠	٢٣,٦٧	٢٠,٥١	١٨,١٠	١٥,٣٨
٧٠٠٠٠	٢١,٩٨	١٩,٠٥	١٦,٨١	١٤,٢٩
٧٥٠٠٠	٢٠,٥١	١٧,٧٨	١٥,٦٩	١٣,٣٣
٨٠٠٠٠	١٩,٢٣	١٦,٦٧	١٤,٧١	١٢,٥٠
٨٥٠٠٠	١٨,١٠	١٥,٦٩	١٣,٨٤	١١,٧٦
٩٠٠٠٠	١٧,٠٩	١٤,٨١	١٣,٠٧	١١,١١
٩٥٠٠٠	١٦,١٩	١٤,٠٤	١٢,٣٨	١٠,٥٣
١٠٠٠٠٠	١٥,٣٨	١٣,٣٣	١١,٧٦	١٠,٠٠

جدول ١٧ ـ ٨ وزن البوشل والكثافة الظاهرية لبعض المحاصيل (بذور او اجزاء نباتية اخرى).

المحصول	وزن البوشل (كغم)	الكثافة الظاهرية (غم / سم٣)	وزن الهكتولتر (كغم)
الجت والبرسيم	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الفاصوليا	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الشعير	٢١,٨	٠,٦١٨	٦١,٨٦
الذرة الصفراء او الشامية	٢٥,٤	٠,٧٢١	٧٢,٠٨
القطن	١٤,٥	٠,٤١١	٤١,١٥
البزاليا	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الكوار	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الباقلاء	٢١,٤	٠,٦٠٧	٦٠,٧٣
العدس	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
البنجر السكري	٢١,٨	٠,٦١٩	٦١,٨٦
الدخن	٢٥,٤	٠,٧٢١	٧٢,٠٨
الشوفان	١٤,٥	٠,٤١١	٤١,١٥
فستق الحقل	١١,٤	٠,٣٢٤	٣٢,٣٩
درنات البطاطا	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
السلجم	٢٢,٧	٠,٦٤٤	٦٤,٤٢
الرز (شلب)	٢٠,٤	٠,٥٧٩	٥٧,٨٩
الشيلم	٢٥,٤	٠,٧٢١	٧٢,٠٨
السمسم	٢٠,٩	٠,٥٩٣	٥٩,٣١
السيسبانيا	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الذرة البيضاء	٢٥,٤	٠,٧٢١	٧٢,٠٨
الذرة البيضاء السكرية	٢٢,٧	٠,٦٤٤	٦٤,٤٢
فول الصويا	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الحشيش السوداني	١٨,٢	٠,٥١٦	٥١,٦٥
البنجر السكري	٦,٨	٠,١٩٣	١٩,٣٠
عباد الشمس	١٠,٩	٠,٣٠٩	٣٠,٩٣
الهرطمان	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
الحنطة بنوعيها	٢٧,٣	٠,٧٧٥	٧٧,٤٧
العصفر	٢٠,٤	٠,٥٧٩	٥٧,٨٩

جدول ١٧ ـ ٩ محتوى العناصر بالكغم في الطن الواحد من بذور المحصول ونباتاته التي انتجته او محتوى الطن من الجزء النباتي منه . لغرض حساب مقدار العنصر السمادي الذي يمتصه حاصل الهكتار الواحد من ذلك المحصول يضرب الرقم × عدد الاطنان التي ينتجها الهكتار الواحد من ذلك المحصول في تلك المنطقة المراد تقدير العنصر السمادي فيها .

المحصول	N	p_2o_5	p	k_2o	k	Ca	Mg	S	Cu	MN	Zn
الشعير :											
الحبوب	٨,٨	٣,٨	١,٧	٢,٥	٢,١	٠,٢٥	٠,٥	٠,٨	٠,٠٠٨	٠,٠٠٨	٠,٠١٥
التبن	٣,٨	١,٢	٠,٥	٧,٥	٦,٢	٢,٠٠	٠,٥	١,٠	٠,٠٠٢	٠,٨٠	٠,٠١٢
المجموع	١٢,٦	٥,٠	٢,٢	١٠,٠	٨,٣	٢,٢٥	١,٠	١,٨	٠,٠١٠	٠,٠٨٨	٠,٠٢٧
الحنطة :											
الحبوب	١٢,٥	٣,٨	١,٧	٣,٨	٣,٢	٠,٢٥	١,٥	٠,٨	٠,٠٠٨	٠,٢٢	٠,٠٣٥
التبن	٥,٠	١,٢	٠,٥	٨,٨	٧,٣	١,٥٠	١,٨	١,٢	٠,٠٠٢	٠,٠٤٠	٠,٠١٢
المجموع	١٧,٥	٥,٠	٢,٢	١٢,٦	١٠,٥	١,٧٥	٢,٣	٢,٠	٠,٠١٠	٠,٠٦٢	٠,٠٤٧
الشلب :											
الحبوب	٦,٢	٢,٥	١,٢	١,٢	١,٠	٠,٤	٠,٥	٠,٤	٠,٠٠١	٠,٠١٠	٠,٠٠٩
التبن	٣,٨	١,٢	٠,٥	٨,٨	٧,٣	١,١	٠,٦	—	—	٠,٢٠٠	—
المجموع	١٠,٠	٣,٧	١,٧	١٠,٠	٨,٣	١,٥	١,١	٠,٤	٠,٠٠١	٠,٢١٠	٠,٠٠٩
الذرة الصفراء :											
الحبوب	٩	٣,٦	١,٦	٢,٦	٢,٢	١,١	١,٣	١,٠	٠,٠٠٤	٠,٠٠٦	٠,٠١٠
التبن	٦,٧	٢,٤	١,١	٩,٨	٨,٠	١,٨	١,٢	٠,٧	٠,٠٠٣	٠,١٠٠	٠,٠٢٠
المجموع	١٥,٧	٦,٠	٢,٧	١٢,٤	١٠,٢	٢,٩	٢,٥	١,٧	٠,٠٠٧	٠,١٠٦	٠,٠٣٠

الذرة البيضاء :											
الحبوب	٨,٣	٠,٨	٠,٣	٦,٠	٥,٠	٣,٨	٠,٩	٠,٧	٠,٠٠٢	٠,٠٢٨	٠,٠٠٤
التبن	١٠,٨	٠,٨	٠,٣	٢,٥	٢,١	–	–	–	–	–	–
المجموع	١٩,١	١,٦	٠,٦	٨,٥	٧,١	٣,٨	٠,٩	٠,٠	٠,٠٠٢	٠,٠٢٨	٠,٠٠٤
الشوفان :											
الحبوب	٦,٢	٢,٥	١,١	٢,٠	١,٨	٠,٢٥	٠,٤	٠,٦	٠,٠٠٤	٠,٠١٥	٠,٠٠٦
التبن	٣,٠	٢,٠	٠,٩	١٠,٠	٨,٣	٠,٨٠	١,٠	١,٠	٠,٠٠٤	–	٠,٠٣٦
المجموع	٩,٢	٤,٥	٢,٠	١٢,٠	١٠,١	١,٠٥	١,٤	١,٦	٠,٠٠٨	٠,٠١٥	٠,٠٤٢
الفاصوليا :											
البذور	٢٤,٨	٨,٣	٣,٦	٨,٣	٦,٩	٠,٧	٠,٧	١,٧	٠,٠٠٧	٠,٠١٠	٠,٠٢٠
القطن :											
قطن الزهر	٢٦,٨	١٣,٤	٦,٠	١٠,٠	٨,٠	١,٣	٢,٦	١,٣	٠,٠٤	٠,٠٠٧	٠,٠٢١
اجزاء النبات	١٥,٩	٤,٥	١,٨	١٥,٩	١٣,٢	١٢,٧	٣,٦	–	–	–	–
المجموع	٤٢,٧	١٧,٩	٠,٨	٢٥,٩	٢١,٢	١٤,٠	٦,٢	١,٣	٠,٠٤	٠,٠٧	٠,٢١
البطاطا :											
الدرنات	٢,٠	٠,٨	٠,٣	٣,٨	٣,٢	٠,١	٠,١٥	٠,١٥	٠,٠٠١	٠,٠٠٢	٠,٠٠١

فول الصويا :											
بذور	٣٧,٥	٨,٨	٣,٨	١٣,٨	١١,٥	١,٨	١,٨	١,٠	٠,٠١٢	٠,٠١٠	—
دريس الجت :	٢٢,٥	٤,٥	١,٨	٢٢,٥	١٦,٨	١٢,٧	٢,٣	٢,٣	٠,٠٠١	٠,٠٥	٠,٠٥
دريس البرسيم :	١٨,٢	٤,٥	١,٨	١٨,٢	١٥,٠	١٢,٧	٣,٢	١,٤	٠,٠١	٠,١٠	٠,٠٧
التبغ :											
الاوراق	٣٨	٨	٣	٦٠	٥٠	٣٨	٩	٧	٠,٠٢	٠,٢٨	٠,٠٤
السيقان	١٨	٨	٣	٢٥	٢١	—	—	—	—	—	—
المجموع	٥٦	١٦	٦	٨٥	٧١	٣٨	٩	٧	٠,٠٢	٠,٢٨	٠,٠٤

جدول ١٧ ـ ١٠ وزن السايلج (طن) في السايلو حسب ابعاد السايلو (الاسطواني) وعمق السايلج فيه .

عمق السايلج (متر)	قطر السايلو (متر) ٣,٦	٤,٣	٤,٩	٥,٥	٦,١
١,٥٢	٨,٥	١١,٦	١٥,٢	١٩,٣	٢٣,٧
٢,١٣	١٢,٣	١٦,٦	٢١,٧	٢٧,٥	٣٤,١
٢,٧٤	١٦,٠	٢١,٨	٢٨,٥	٣٦,٠	٤٤,٤
٣,٣٥	١٩,٩	٢٧,١	٣٥,٤	٤٤,٨	٥٥,٤
٣,٩٦	٢٣,٩	٣٢,٦	٤٢,٦	٥٣,٨	٦٦,٤
٤,٥٧	٢٨,٠	٣٨,٢	٤٩,٨	٦٣,٠	٧٧,٨
٥,١٨	٣٢,٢	٤٣,٩	٥٧,٣	٧٢,٤	٨٩,٤
٥,٧٩	٣٦,٤	٤٩,٥	٦٤,٧	٨١,٨	١٠١,١
٦,٤٠	٤٠,٥	٥٥,٢	٧٢,١	٩١,١	١١٢,٧
٧,٠١	٤٤,٩	٦١,١	٧٩,٨	١٠٠,٥	١٢٤,٨
٧,٦٢	٤٩,٢	٦٧,٠	٨٧,٥	١١٠,٥	١٣٦,٧
٨,٢٣	٥٣,٥	٧٢,٩	٩٥,٢	١٢٠,٣	١٤٨,٨
٨,٨٤	٥٧,٩	٧٨,٩	١٠٣,٠	١٣٠,٢	١٦١,٠
٩,٤٥	٦٢,٣	٨٤,٩	١١٠,٨	١٤٠,٠	١٧٣,١
١٠,٠٦	٦٦,٦	٩٠,٩	١١٨,٦	١٥٠,٠	١٨٥,٣
١٠,٦٧	٧١,١	٦٩,٩	١٢٦,٥	١٥٩,٩	١٩٧,٦
١١,٢٨	٧٠,٥	١٠٢,٩	١٣٤,٣	١٦٩,٨	٢٠٩,٧
١١,٨٩	٧٩,٩	١٠٨,٩	١٤٢,١	١٧٩,٩	٢٢٢,٢
١٢,٥٠	٨٤,٤	١١٥,٠	١٥٠,٠	١٨٩,٧	٢٣٤,٦
١٣,١١	٨٨,٧	١٢١,٠	١٥٧,٨	١٩٩,٧	٢٤٦,٦
١٣,٧٢	٩٣,٢	١٢٧,٠	١٦٥,٦	٢٠٩,٦	٢٥٩,١

جدول ١٧ ــ ١١ تركيب الاحماض الامينية غم/ ١٠٠ غم بروتين لحبوب الذرة الصفراء الاعتيادية والمعتمدة (Opaque-2)

الحامض الاميني	الحبوب الاعتيادية	الحبوب المعتمة
	نسبة البروتين ٩٪	نسبة البروتين ١٠,٥٪
لايسين	٣,٠	٥,٠
تربتوفان	٠,٧	١,٣
هستدين	٢,٦	٣,٥
ارجنين	٤,٩	٧,٢
حامض الاسبارتك	٩,٢	٨,٨
ثريونين	٤,١	٣,٨
سيرين	٥,٦	٤,٧
احامض الكلوتاميك	٢٢,٦	١٧,٢
برولين	٩,٦	٨,٤
كلايسين	٤,٧	٥,١
النين	٩,٢	٦,٧
سستين	١,٧	٢,٠
فالين	٥,٧	٥,٢
مثايونين	٢,٢	٢,٠
ايسولوسين	٤,٢	٣,٤
لوسين	١٤,٦	٩,٣
تايروسين	٥,٢	٤,٢
فنيل النين	٥,٨	٤,٤

جدول ١٧ ـ ١٢ الاطلس الكروموسومي لبعض نباتات المحاصيل

الاسم العربي	الاسم الانكليزي	الاسم العلمي	ازواج الكروموسومات	الاستجابة الضوئية
الجت	alfalfa	**Medicago sativa** L.	16	قصير الليل
الشعير	Barley	**Hordeum vaulgare** L.	7	قصير الليل
الفوصوليا	Field bean	**Phaseolusvulgaris** L.	11	طويلة ـ متعادلة
الماش	Mung bean	**Phaseolus aureus** Rotls.	11	طويل الليل
الثيل	Bermudagrass	**Cynodon dactylon** L.	18	قصير الليل
البرسيم	Berseem	**Trifolium alexandrinum** L.	8	قصير الليل
نقل خف الطير	Birds foot trefoil	**Lotus corniculatus** L.	12	قصير الليل
الساق الازرق الكبير	Big bluestem	**Andropogon furcutus** Muhl.	35 ,20	طويل الليل
الساق الازرق الصغير	Little bluestem	**Andropogon scoparius** Michx.	20	قصير الليل
حشيش البروم	Bromegrass	**Bromus ine mis** Leyss.	21,28,35	قصير الليل
حشيش بفلو	Buffalograss	**Buchloe dactyloides** Engelm.	28 .30	طويل الليل
جت كاليفونيا	Burclover (Californian)	**Medicago hispida** Gaertn.	7	قصير الليل

الاسم العربي	الاسم الانكليزي	الاسم العلمي	ازواج الكروموسومات	الاستجابة الضوئية
الجت العربي	spotted burclover	**Medicago arabica** Huds.	8	قصير الليل
حشيش الكناري	Canarygrass	**Phalaris conariensis** L.	6	قصير الليل
الخروع	Castorbean	**Recinus communis** L.	10	قصير الليل
الحمص	chickpea	**Cicer arietinum** L.	7 ,8	قصير ـ متعادل
برسيم السايك	aliske clover	**Trifolium hybridum** L.	8	قصير الليل
البرسيم القرمزي	Crimson clover	**Trifolium incarnatum** L.	7, 8	= =
برسيم الحشيشة	hop clover	**Trifolium agarium** L.	7	= =
برسيم لداينو (الحلو)	Ladino cbver	**Trifolium repens**	16, 14, 12, 8	= =
البرسيم الاحمر	red clover	**Trifolium pratense** L.	7, 14	= =
البرسيم الشليكي	strawberry clover	**Trifolium fragiferum** L.	8	= =
الذرة الصفراء بانواعها	Corn	**Zea mays** L.	10	طويل الليل
القطن المصري	Cotton (upland)	**Gossypium hirsutum** L.	26	متعادل

الاسم العربي	الاسم الانكليزي	الاسم العلمي	ازواج الكروموسومات	الاستجابة الضوئية
القطن الامريكي	Cotton (american)	**Gossypium barbadense** L.	26	متعادل
اللوبيا	Cowpea	**Vigna sinensis** Endl.	12	طويلة الليل
كروتالاريا	Crotalaria	**Crotalaria juncea** L.	8	طويل الليل
كروتالاريا	Crotalaria	**Crotalaria lanceolata** L.	8	طويل الليل
حشيش دالس	Dallisgrass	**Paspalum dilatatum p toir.** L.	25,20	= =
حبة حلوة	Dill	**Anethum gravolensl.** L.	11	قصير الليل
حلبة	Fenugreek	**Trigonella foenum graecum** L.	8	قصير الليل
فسكيو الطويل	Tall fescue	**Festuca arundinacea** L.	21	قصير الليل
البزاليا	Field pea	**Pisum arvense** L.	7	قصير الليل
الكتان	Flaxseed	**Linum usitatissimum** L.	15	قصير الليل
حشيش كاما	Gemagrass	**Tripsacum dactyloides** L.	35, 18,36	طويل الليل

الكوار	Guar	**Cyamopsis psoralides** Dc.	7	طويل الليل
المطاط	Guayule	**Parthenium argentatum** Gray	36	طويل الليل
القنب	Hemp	**Cannabis sativa** L.	10	طويل الليل
حشيشة الدينار	Hop	**Humulus lupulus** L.	10	طويل الليل
الباقلاء	Horsebean (Broadbean)	**Vicia faba** L.	7,6	قصير الليل
السفرندة	johnsongrass	**Sorghum halepense** (L.) pers.	20	طويل الليل
الكناف	Kenaf	**Hibiscus cannabinus** L.	18	طويل الليل
العدس	Lentil	**Lens esculenta Moench.** L.	7	قصير الا.
اللسبيديزا	lespedeza (Korean)	**Lespedoza stipulaceae** Maxim	10	طويل الليل
الترمس	lupine	**Lupinus spp.**	24,20	طويل ـ متعادل
الدخن	pearlmillet	**pennisetum glaucum** L.	7	طويل الليل
الدخن	proso millet	**panicum miliaceum** L.	36-18	= =

الخردل	Mustard	**Brassica spp.**	18, 8	قصير الليل
الشوفان	Oats	**Avena sativa** L.	21	قصير الليل
حشيش البستان	orchardgrass	**Dactylis glomerata** L.	14	قصير ـ متعادل
فستق الحقل	Peanut	**Arachis hypogaea** .L	20	طويل الليل
البطاطا	Potato	**Solanum tuberosum** L.	24	قصير ـ متعادل
الرامي	Ramie	**Boehmeria nivea** Gand.	14	قصير الليل
السلجم	Rape	**Brassica napus** Koch	19	قصير الليل
حشيش رسكيو	Rescuegrass	**Bromus catharticus** Vahl.	21	قصير الليل
حشيش رودس	Rhodesgrass	**Chloris gayana** kunth	20	/
الرز	Rice	**Oryza sativa** L.	12	طويل الليل
الشيلم	Rye	**Secale cereale** L.	7	قصير الليل

حشيش الشيلم الايطالي	Ryegrass (Italion)	**Lolium multiflorum** LAM.	7	قصير الليل
حشيش الشيلم المعمرة	Ryegrass (Perennial)	**Lolium perenne** L.	7	قصير الليل
العصفر	Safflower	**Carthamus tinctorius** L.	12	قصير ـ متعادل
السمسم	Sesame	**Sesamum indicum** L.	26	طويل الليل
السيسبانيا	Sesbania	**Sesbania macrocarpa** Muhl.	12	طويل الليل
الذرة البيضاء بانواعها	Sorghum	**Sorghum bicolor** moench.	10	طويل الليل
البرسيم الحامض	Sourclover	**Melilotus indica** All.	8	طويل الليل
فول الصويا	Soybean	**Glycine max** (L.) Merri-ll	20	طويل ـ متعادل
حشيش السوداني	Sudangrss	**Sorghum sudanense** Hitchc.	10	طويل الليل
لبنجر السكري	Sugarbeet	**Beta saccharefera** L.	9	قصير الليل
لقصب السكري	Sugarcane	**Saccharum officinarum** L.	40	طويل الليل
عباد الشمس	Sunflower	**Helianthus annnus** L.	17, 34	متعادل

الكلوفر الحلو الابيض	Sweet clover (white)	**Melilotus alba** Med.	8	قصير الليل
الكلوفر الحلو الاصفر	Sweet clover (Yellow)	**Melilotus officinalis** Lam.	8	= =
البطاطس (الحلوة)	Sweet potato	**Ipomoea batatas** Lam.	45	طويل الليل
تيوسنتي إلحولية	Teosinte (annuall)	**Euchlaena mexicana** Schrad.	10	/
تيوسنتي المعمرة	Teosinte perennial	**Euchlaena perennis** Hitchc.	20	طويل الليل
تمثي	Timothy	**Phleum pratense** L.	7, 21	قصير الليل
التبغ	Tobacco	**Nicotiana tabacum** L.	24	متعادل
الهرطمان	Vetch (common)	**Vicia sativa** L.	6, 7	قصير الليل
الهرطمان الشعري	Vetch (hairy)	**Vicia villosa** Roth.	7	//
الحنطة الخلبية	wheat (club)	**Triticum Compactum** Host.	21	قصير الليل
حنطة الخبز	Wheat (common)	**Triticum aestivum** L.	21	= =
حنطة المكرونة	Wheat (durum)	**Triticum durum** Dasf.	14	= =

= =	14	**Triticum dicoccum** Schrank.	Wheat (emmer)	حنطة امر
/	7	**Agropyron cristatum** (L.) Caerth.	Wheat grass (crested)	حشيش الحنطة
/	14	**Agropyron desertorum** Fisch.	wheat grass (standord)	حشيش الحنطة

Allard ,R. W. 1960 .Priniciples of plant breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York ,U. S. A., PP. 485.

Aldrich ,S.R., W. O. Scott and E. R. Leng. 1975. Modern corn production. A and L Pub., Ill., U. S. A., 2nd. ed., PP. 378.

Al -Delamy ,A. A. 1987. Effect of interaction between irriga -tion and NP fertilization on the yield and growth of corn. M. Sc. thesis, Coll. Agric., Abu -Ghraib. Iraq.

Al- Dulaimi, H, J. 1982. Heterosis between local and exotic varicites of corn (**Zea mays** L.) . M. Sc. Thesis, Dép. of Agronomy, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad, Iraq.

Ali, H. C., M. A. Atty, and .M. khalid. 1987. No. Tillage, agriculter in Iraq. corn responses to N. Tillaye cropping. Zanko (5, Apendix). 113-122).

AL- JASSANY, R. F., H. C. Ali, and, M. A. younis. 1987. Estimation of the percenteg of insestion by stemcorn borer,(Sesamia cretica Led) for several varites of maice. Zamko (5) L: 223- 229.

Al-Kawaz, G.M., A. Abuoukhaled, and A.K. Khalid. 1983. Water requirements for higher yield of grain maize (**Zea mays** L.) in Central Iraq. JAWRR "2 (2) : 43 -54.

Al -Muttalibi, S. A. and M. M. Elsahookie. 1988. Respones of maize to irrigation intervals and planting dephts. (in press).

Al -Saad, I. M., and G. M. Al -Kawaz. 1983. Determination of water consumptive use by corn (**Zea mays** L.) under different irrigation levels based on maximam lysemetric evapotranspiration. JAWRR, 2 (1): 1 - 15.

Al -Shammari, A. K., G. M. Al -Kawaz, and A. Abu- khalid. 1985. Effect of NPK fertilizers on grain yield of maize **Zea mays** L.) in relation to fram manure and irrigation water supply JAWRR 4(1): 23 -41.

A.l., Younis, A. H and A.S.Baldawi. 1978. Leaf drying of corn (Zea mays L.): its causes and effects on yield. Iraqi J. Agric. Sci. 13: 109-119.

ASA, 1985. Factors for converting non-SI Units to acceptable units. Agron, J. 77: IV.

Baktash, F.Y., and W.S. Elshamma. 1977. Effect of spring and autumn seeding dates and row spacings on grain yield and yield components of corn(**Zea mays L.**). Iraqi J. Agric. Sci. 12: 10-19.

Baktash, F.Y. 1979. Breeding of single crosses and evaluation of some selection methods of corn (**Zea mays** L.) in Central Iraq. ph. D. Dissertation, Dep. of Agronomy, Coll of Agric., University of Baghdad, Iraq.

Baktash, F.Y. 1984. Isolation distances between corn fields in Iraq. Zanco, 2 (2): 25-31.

Baktash, F.Y., AND A.D. Mazaal. 1985. Effect of seeding dates and genotypes on corn grain yield. J. Agric. Water Reso. Res. 4 (2): 1-11.

Baktash, F.Y. 1985). Regression of corn grain yield on air temperature and relative humidity in Iraq. J. Agric. Water Reso. Res. 4 (3): 1-10.

Baktash, F.Y., M.G. Ahmad, and H.S. Mahadi. 1986. Effect of nitrogen fertilzer and intra-row spacing on yield of corn. J. Agric. Water Reso. Res. 5 (1) : 1-16.

Beadle, G.W. 1955. Gene structure and gene function. Mo. Agr . Exp. Sta. Res. Bul. 588.

Beal, W.J. 1880. Indian corn. Mich. State Bd. Agr. Ann. Rpt. 19 : 279-289.

Braidwood, R.J., and B. Howe. 1960. prehistoric investigations in Iraqi Kurdistan. The oriental institute of the Univ. of Chicago studies in ancient oriental civilization. Univ. of Chicago press. No. 31, U.S.A.

Bruce, A.B. 1910. The Mendelian theory of heredity and the augmentation of vigor. sci. 32: 627-628.

Busbice, T.H. 1969. Inbreeding in synthetic varieties. Crop Sci. 9: 601-604.

Busbice, T.H. 1970. predicting yield of synthetic varieties. Crop Sci . 10 : 265-269.

Carnahan, H.L., and J.W. Miller. 1968. Effectiveness of polycross progeny data for determinin merit. Rep. 21 st. Alfalfa Imp. Conf. Nev., U.S.A.

Comstock, R.E. 1964. Selection procedures in corn improvement proc. 19th. Corn Res. Conf. Amer. Seed Trade Assoc.

Costamagna, O.A., R.K. Stivers, H.M. Alloway, and S.A. Barber. 1982. Three tillage systems affect selected properties of field naturally poorly drained soil. Agron. J. 74 : 442-444.

De Wet. J.M.J.,J.R. Harlan , R.J. Lambert, and L. .M. Engle. 1972. Introgression from Tripsacum into Zea and the origin of corn. Caryologia 25 (1) : 25-31.

De Wet. J.M.J., and J.R. Harlan. 1972. Origin of maize. The tripartite hypothesis, Euphytica 21: 271-279.

Doney, D.L. and J.C. Theurer. 1979. physiological genetics of heterosis. Agron. Abs., Annual Meeting, Colorado, U.S.A.

Dudley, J.W. (ed.) . 1974. Seventy generations of selection for oil and protein. Crop Sci. Soc. Amer., Mad., Wis., U.S.A.

East, E.M. and H.K. Hayes. 1912. Heterozygous in evolution and plant breeding. USDA. Bur. Plant Indust, Bul. 243.

Eberhardt, S.A. and W.A. Russel. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.

Elmaeni, A.H. and M.M. Elsahookie. 1987. Response of maize to plowing depth and listing . Zanco, 5 (2) : 167-180.

Elsahookie . M.M. 1977. A new formula to estimate leaf area in corn (**Zea mays L.**) .J. Agron. and Crop Sci., 145: 79-83.

Elsahookie, M.M. 1982. A new technique for improving seedset in selfing maize .J. Agron. and Crop Sci. 89: 55- 59.

Elsahookie, M.M. and E.Eldabas. One leaf dimension to estimate leaf area in sunflowers. j. Agron. and Crop Sci. 151 : 199-204.

Elsahookie, M.M., H.C. Ali. and M. G. Ahmed. 1983. plant breeding and improvement. 1 st. ed., Mosul Univ. press. Iraq. pp. 484.

Elsahookie, M.M. and C.E. Wassom. 1984. Genotypic responses of cron (Zea **mays L.**) to deep planting. Zanco, 2 (3): 15-32.

Elsahookie, M.M. and C.E. Wassom. 1984. Moisture regime and plant density effects on yield, yield efficiency, and other agronomic traits of several hybids of corn. (**Zea mays** L.), Zanco, 2(4): 29-42.

Elsahookie, M.M. 1985. A shortcut method for ostimating plant leaf area in maize. J. Agron. and Crop Sci. 154 : 157 - 160.

Elsahookie , M.M. and K.M. Wuhaib. 1985. potential of selection in improving intercrossed populations of maize. Zanco., 3 (4) : 47- 57.

Elsahookie, M.M. 1985. Homeostasis estimation for crop germplasm adaptation. J. Agr. Water Resources Res. 4 (2): 1-5.

Elsahookie, M. M. 1986. Harvesting of maize and the moisture problem. Dep. Agron., Coll. Agr., Baghdad, Iraq. An intra -dep. report. PP. 8.

Elsahookie, M. M. 1986. Fertilization and its optimum rate effects on crop productivity.7th.TechnicalConf. of Arab Agr. Engrs.Tripoli, Lebia.

Elsahookie,M M. 1986. Rapid techique to estimate leaf area of maize. Zanco, 4(1): 7 -15.

Elsahookie, M. M., and K. M., and K. M.Wuhaib. 1987. Performance of clipped maize. J. Agronomy and Sci. (in press).

FAO, 1978-1982. FAO Terade yearbook. Food and agriculture org anization of the united nations. Vols. 32-36. Rome, Italy.

Finlay, K. W., and G. N., Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding Programme. Aust. J. Agric. Res. 14: 742-754.

Fleming, A. A. 1972. Cytoplasmic effects in maize. Amer. Soc. Agron. Abs. 7.

Freeman, G. H. 1973. Statistical methods for the analysis of geno type-environment interactions. Heredity, 31: 339-354.

Galinat. W. C. 1961. Corn's evolution and its significance for breeding. Econ. Bot. 15 (4) : 320-325.

Galinat, W. C. 1971. The origin of maize. Ann. Rev. Genet. 5: 447-478.

Gardner, C.O. 1969. The role of mass selection and mutagenic treatment in modern corn breeding. Proc. 24th.
Corn Res. Conf. Amer. Seed Trade Assoc.

Gardner, E.J. 1972. Priniciples of genetics. John Wiley and Sons, Inc., New York, 4th. ed., PP. 527.

Gardner, C.O. 1973. Evaluation of mass selection and of seed irradiation with mass selection for population improvement in maize. Genet. 74 (1): Part 2:588-589.

Gilmore, E.C. 1969. Effect of inbreeding of parental lines on predicted yield of synthetics. Crop Sci. 9: 102-154.

Goodman, M.M. 1965. Estimates of genetic variance in adapted and exotic population of maize. Crop Sci. 5:87-90.

Grafius, J.E. 1959. Heterosis in barley. Agron. J.51:551-554.

Green, J.M. 1948. Inheritance of combining ability in maize hybrids, Agron. J. 40:58-62.

Grogan, C.O. 1972. Genetic resistance to cytoplasmic pest susceptibility and the multiplasm concept. Amer. Soc. Agron. Abs. 9.

Hakimi, A.H.,A. Erami, and S.R. Ghorashy. 1973. Effect of different tillage methods on growth and yield of corn. Agron. J. 65:509-510.

Hanson, C.H., H.F. Robinson, and R.E. Comstock. 1956. Biometrical studies of yield in segregating populations of Korean Lespedeza. Agron. J. 48: 268-272.

Hanway, J. J. 1971. How a corn plant develpops. Iowa State Univ., Cooperative Extension Service, Special Rep. No. 48., Ames, Iowa, U.S.A.,

Hayes, H. K., and R. J. Garber. 1919. synthetic production of high protein corn in relation to breeding. J. Amer. Soc. Agron. 11: 309 -319.

Hayes, H. K., E. H. Rinke and Y. S. Tsiang. 1944. The develop -ment of synthetic variety of corn from inbred lines. J. Amer. Soc. Agron. 36: 998 -1000.

Hobbs, J. A., R. B. Herring, D. E. Peaster, W. W. Harris, and G. E. Fairbanks. 1961. Deeptillage effects on soils and crops. Agron. J. 53: 313- 316.

Hopkins, C. G. 1898. The chemistry of the corn kernel Ill. Agr. Exp. Sta. Bul. 53.

Hull, H. F. 1945. Recurrent selection for specific combining ability in corn. J. Amer. Soc. Agron. 73: 134 -145.

ICIA. 1956. Minimum seed certification standards. Publica -tion 18: U. S. A..

Jamil,N,I., and A. H. Al -Younis. 1986. Response of maige to nitrogen and plnating date. J. Agric. Water Reso. Res. 5: 17: -34.

Jenkins, M. T., and A. M. Brunson. 1932. A mehtod of testing inberd lines of maize in crossbred combinations. J. Amer. Soc. Agron. 24: 523-0

Jenkins, M.T. 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. J. Amer. Soc. Agron. 32: 55-63.

Johnson, E.C. 1963. Mass selection for yield in a tropical corn variety. Amer. Soc. Agron. Abs.:82.

Jones, D.F. 1971. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. Genetics. 2:466-479.

Jones, D.F. 1955. The ten chronmosomes of maize. Dekalb Agr. Assoc., U.S.A..

Jugenheimer, R.W. 1976. Corn improvement, seed production, and uses. John Wiley and Sons. Inc., New York, USA., PP. 670.

Kang, B.T., and M. Yunusa. 1977. Effect of tillage method and phosphorus fertilization on maize in the humid tropics Agron. J. 69:291-294.

Kaspar, T.C., T.M. Crosbie, R.M. Cruse, D.C. Erbach, D.R. Timmon, and K.N. Potter. 1987. Growth and productivity of four corn hybrids as affected by tillage. Agron. J. 79: 477-481.;

Keeble, F. and C. Pellew. 1910. The mode of inheritance of stature and time of flowering in peas **(Pisum sativum).**
Genetics. 1: 47-56.

Kiesselbach, T.A. 1930. The use of advanced generation hybrids as parents of double cross seed corn. J. Amer. Soc. Agron. 22: 614-626.

Kinman, M.L., and G.F. Sprague. 1945. Relation between number of parental lines and theoritical performance of synthetic varieties of corn. J. Amer. Soc. Agron. 37: 341-351.

Lamkey, K.R., AND O.S. Smith. 1987. Performance and inbreeding deprssion of populations representing seven aras of maize breeding. Grop Sci. 27: 695-699.

Laosuwan, P. and R. E. Atkins. 1977, Estimates of embining ability and heterosis in converted exotic sorghum. Crop Sci 17: 47-50.

Lonnquist, J.H. 1964. Amodi fication of the ear-t-row procedutes for the the improvement of maize populatcon. Crop Sci. 4: 227-228.

Mahmud, I. and H.H. Kramer . 1951. Segregation for yield height and maturity following a soybean cross. Agron. J 43: 605-609.

Mangelsdorf, P. C. 1950 The mystery of corn. Amer. July.

Mangelsdorf, P. C. and R. G. Reeves. 1959. The origin of corn corn. I. Podcorn, the ancestral form. Harvard Univ. Bot. Mus . L. 18 (7) .

Marquez -Sanchez, F. 1979. An impirical approach for the prediction of maize F_2 synhtetice With varying numbers of lines. Crop Sci. 19. 19: 439- 444.

Martin, R. J., and J. R.Wilcox. 1973. Heritability of lower pod height in soybeans. Crop Sci. 15: 525 -525- 525- 526.

Martin, J. H., W. H. Leonard,, and D. L, Stamp. 1976. principles of field crop production. '/Macmillan Pub. Co., Inc., New York, 3rd. ed., PP. 1118 .

Mazaal, AD. 1984. Effect of population ctensity ontraits of some different maturing hybrids and synthetics of maije. J. Agric. Water Reso. Res. 3 (1) 37-46.

Mazaal, A.D. and F.Y. Baktash. 1984. Methods and spacing of plantin corn **(Xea mays** L.). J. Agric. Water Reso. Res. 3 (2): 10-13.

McGill, D.P., and H. Lonnquist. 1955. Effect of two cycles of recurrent selection for combining ability in an open-pollinated variety of corn. Agron. 47: 319-323.

Mitchell, R.L. 1970. Crop growth and culture . The Iowa state Univ. Press, Ames, Moll, R.H., and C.W. Stuber. 1974. Quantitive genetics impirical results relevant to plant breeding. Advan. Agron. 26: 277-313.

Moosa, M.S. and A.H. AL-Younis. 1987. Population density studies on yield, yield components and quality of corn (Zea mays L.). Zanco, 5: 149-158.

Neal, N.P. 1935. The decrease in yielding capacity in advanced generations of hybrid corn. J. Amer. Soc. Agron. 27: 666-670.

Neuffer, M. G. , L. Jones, and M. S. Zuber. 1968. The mutants of maize. CSSA pub., Mad., Wis., USA. PP. 74.

Ouattar, S., R. J. Jones, and R. K. Crookston, 1987. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop. Sci. 27: 726-730.

Ouattar, S., R. J. Jones, R. K. Crookston, and M. Kajeiou. 1987. Effect of drought on water relations of developing maize kernels. Crop Sci. 27: 730-735.

Polijo, P. 1972. Studies on the effect of tillage depth for maize in a wheat-maize rotation. Zovad zas transazilta kragui evas Yogoslavia, 20 (11-12): 33-40.

Powers, L. 1945. Relative yields fo inbred lines and F_1 hybrids of tomatos. Bot. Gaz. 106:247-268.

Quinby ,J.R. and R.E. Karper. 1946. Heterosis in sorghum resulting from the heterozygous condition of single gene that effects duration of growth. Amer. J. Bot. 33:716-720.

Randolph, L.F. 1952. New evidence on the origin of maize Amer. Nat. 86: 193-202.

Randolph, L.F. 1959. The origin of maize. Indian J. Genet. and Plant Breeding. 19: 1-12.

Raven, P.H., and H. Curtis. 1970. Biology of plants. Worth Pub., Inc., New York, U.S.A., PP. 706.

Reeves R.G. and P.C. Mangelsdorf. 1959. The origin of corn. II. Teosinte, a hybrid of corn and Tripsacum. Harvard Univ. Bot. Mus. L. 18 (11).

Rhoades, M.M. 1955. The cytogenetics of maize. Corn and corn improvement. Academic Press, New York.

Richey, F.D. 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding. Agron. J. 14: 1-17.

Richey, F.D.,G.H. Stringfield, and G.F. Sprague. 1934.
The loss in yield that may be expected for planting second Generation double crossed seed corn. Agron. J. 26: 196-199.

Robinson, H.F.,R.E. Comstock, and P.H. Harvey. 1949.
Estimates of heritability and the degree of dominance in corn, Agron. J. 41: 353-359.

Robinson, H. F. R. E. Comstock, A. Khalil, and P. H. Harvey. 1956. Dominance versus overdominance in heterosis: evidence from crosses between open-pollinated varieties of maize Amer. Nat. 90: 127-131.

Simmods, N.W. 1982. principles of crop improvement. Longman, London and New York, PP. 408.

Smith, L. H. and A. M. Brunson, 1925. An experiment in selecting corn yield by the method of the ear-to-row breeding plot. III. Agr. Exp. Sta. Bul. 271.

Sprague, G. F., and L. A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34: 923-931.

Strickberger, M. W. 1976. Genetics. Macmillan pub. Co., Inc.,New York., 2nd. ed., PP. 914.

Stuber, C. W.,M. D. Edwards, and J.F. Wendels . 1987.
Molecular marker-facilitated investigations of quantitative trait loci in maize. II. Factors influencing yield and its component traits. Crop Sci. 27: 639-648.

Tysdal, H. M., T. M. Kiesselbach, and H. L. Westover, 1942. Alfalfa breeding. Nebr. Agric. Expt. Sta. Bull. 124.

Tysdal, H. M., and B. H. Crandall. 1948. The polycross progeny performance as index of the combing ability of alfalfa clones. J. Amer. Soc. Agron. 40: 293-306.

Van Slyke, L. I. 1932. Fertilizers and crop production. Orange judd pub. Co., New York.

Warner, N. J. 1952. Amethod for estimating heritability. Agron. J. 44: 427-430.

Weatherwax, P. 1954. Indian corn in Old America. McMillan, New York, U.S.A.

Webel, O.D. and J. H. Lonnquist. 1967. An evaluation of modified ear-ro-row selection in a population of corn Crop Sci. 7: 651-655.

Wilkes, H. G. 1972. Genetic erosion in teosinte. Plant Genetic Resources News Letter. 28. U.S.A.

Wright, S. 1922. The effects of inbreeding and cross breeding on guinea pigs. USDA Agric. Bull. 121.